

***INSTITUTO DE ESTUDOS SUPERIORES MILITARES***  
**CURSO DE PROMOÇÃO A OFICIAL SUPERIOR DA FORÇA AÉREA**

**2009/2010**



**TII**

O TEXTO CORRESPONDE A TRABALHO FEITO DURANTE A FREQUÊNCIA DO CURSO NO IESM SENDO DA RESPONSABILIDADE DO SEU AUTOR, NÃO CONSTITUINDO ASSIM DOCTRINA OFICIAL DA FORÇA AÉREA PORTUGUESA.

**UTILIZAÇÃO DE AMBIENTES DE SIMULAÇÃO DE  
VOO DE BAIXO CUSTO EM AMBIENTE ACADÉMICO  
NA ACADEMIA DA FORÇA AÉREA**

**JOÃO MANUEL MOREIRA SIMÕES**  
**CAP / ENGEL**



## **INSTITUTO DE ESTUDOS SUPERIORES MILITARES**

### **UTILIZAÇÃO DE AMBIENTES DE SIMULAÇÃO DE VOO DE BAIXO CUSTO EM AMBIENTE ACADÉMICO NA ACADEMIA DA FORÇA AÉREA**

**CAP/ENGEL João Manuel Moreira Simões**

Trabalho de Investigação Individual do CPOS-FA 2009/2010

Lisboa, 2010



## **INSTITUTO DE ESTUDOS SUPERIORES MILITARES**

### **UTILIZAÇÃO DE AMBIENTES DE SIMULAÇÃO DE VOO DE BAIXO CUSTO EM AMBIENTE ACADÉMICO NA ACADEMIA DA FORÇA AÉREA**

**CAP/ENGEL João Manuel Moreira Simões**

Trabalho de Investigação Individual do CPOSFA 2009/2010

Orientador:

TCOR / ENGEL Armando Correia de Barros

Lisboa, 2010



## Agradecimentos

Ao meu orientador, TCOR ENGEL Armando Barros por toda a dedicação, empenho e orientação durante a elaboração deste trabalho de investigação.

Ao TCOR PILAV Bispo dos Santos e ao MAJ NAV Aurélio de Almeida pela teimosia, incentivo e apoio.

Aos entrevistados, pelo seu valiosíssimo contributo para este trabalho. Agradeço particularmente pela disponibilidade e contributos aos:

- MGEN PILAV Carlos Gromicho
- MGEN PILAV Seródio Fernandes
- COR ENGEL Manuel Cortez
- COR ENGEL Hélio Fernandes

A todos os camaradas da 'Light-Blue Team' do CPOS FA 2009.

Ao Pedro Gabriel, pelas conversas enriquecedoras e momentos de descontração.

À minha família e amigos.

À Isabel e ao Guilherme pelo apoio, compreensão e por me manterem são de espírito.



## Índice

Introdução .....	1
1. O processo de Bolonha e um novo paradigma de aprendizagem .....	4
a. Bolonha: O projecto educativo .....	4
b. O Aluno .....	5
c. O Professor .....	5
d. Uma nova relação professor – aluno .....	6
2. Codificação Dual: Verbal e Sensorial .....	8
a. O processo de aprendizagem .....	8
b. A revolução multimédia .....	11
c. Uma nova sala de aula .....	13
3. A simulação de voo para PC.....	14
a. Evolução histórica.....	14
b. Cenários de aplicação da simulação de voo .....	15
c. Simulação de voo ‘low-cost’ : O estado da arte.....	16
4. A Academia da Força Aérea.....	18
a. A situação actual da simulação na AFA .....	18
b. Projectos de Simulação em curso na Academia da Força Aérea.....	20
5. Análise de conteúdos .....	24
Conclusões.....	27
Glossário .....	30
Bibliografia.....	31
Anexo A – Modelo de Análise .....	33
Anexo B – Entrevistas realizadas .....	34
Anexo C – Pesquisa de soluções de simulação de baixo custo .....	35
Anexo D – CEITIS: Sala de Simulação da Academia da Força Aérea .....	36
Anexo D (cont.) – CEITIS: SIGNA – Sistema Integrado Gestão de Navegação.....	37
Anexo E – Plano de Estudos do curso PILAV da AFA .....	39
Anexo F – Aplicação potencial da simulação no curso PILAV da AFA .....	43
Anexo G – Plano de Estudos do curso NAV da AFA.....	44
Anexo G – Aplicação potencial da simulação no curso NAV da AFA.....	47
Anexo I – Utilização de simuladores pelos alunos da AFA .....	48



Anexo J – Um Estudo de Caso: A formação de Navegadores .....	49
a. Antecedentes .....	49
b. Utilização de simuladores de voo na formação de navegadores .....	50
c. O projecto SIGNA – Simulador aerotransportado para formação de navegadores .....	52

## Índice de Figuras

Figura 1 – Modelo da Teoria da Comunicação .....	8
Figura 2 - Modelo de Codificação Dual para o processamento de imagens e texto .....	10
Figura 3: Flight Simulator 1.0 .....	15



## Resumo

O ensino e treino no domínio da formação aeronáutica consome muitos recursos quer humanos quer materiais. Por tal a busca contínua de métodos e técnicas avançadas de ensino contribui para maximizar os resultados e alcançar plenamente os objectivos da instrução. Isto é particularmente válido no caso da Academia da Força Aérea (AFA) onde o ensino se pauta por níveis elevados de exigência e excelência.

A AFA está integrada no sistema nacional de ensino superior e como tal, está envolvida no processo de Bolonha que estabelece a metas de melhoria continua das competências e a aprendizagem ao longo da vida. Estes princípios implicam um novo olhar para um novo tipo de aluno, mais identificado com a sociedade da informação repleta de tecnologia em que vivemos e que encara com apreensão os métodos de ensino existentes como aborrecidos e inadequados à sua formação.

O professor também é chamado a actualizar os seus métodos e ferramentas. Não se pode no entanto limitar a passar a mesma informação com um novo aspecto, mas antes deve usar as novas ferramentas para transformar essa informação de modo a cativar a atenção e motivação daqueles que se sentam na sua sala de aulas.

Neste contexto, este trabalho procura abordar o uso de novos métodos e tecnologias de ensino multimédia, particularmente, ferramentas de simulação, para auxiliar professores e alunos nesse propósito. O alvo desta investigação são, primariamente, os cadetes da AFA, nomeadamente os envolvidos nas actividades de voo. Como se perceberá, eles já utilizam simulação, embora de forma principalmente lúdica e sem orientação tutorial.

Por forma a fundamentar o emprego de tais técnicas e ferramentas, o autor percorre as teorias dos processos cognitivos e da aprendizagem multimédia, que revelam os processos de assimilação e aprendizagem.

A simulação de voo é abordada como a ferramenta ideal para alcançar os propósitos deste trabalho. Como tal, e após uma breve resenha histórica, efectua-se uma prospecção do software de simulação de baixo custo existente. Neste campo são também apresentados os projectos de simulação em curso na AFA como exemplos de implementação.

Sustenta-se ainda neste domínio que software de baixo custo não implica, de forma alguma, baixa qualidade nem baixo desempenho, relegando para o passado esses receios.

No final deste trabalho de investigação indiciam-se algumas recomendações para a concretização do objectivo proposto.



## Abstract

The teaching and training activity in the aeronautical field is a both human and material resource consuming task. Thus the continuous search for advanced teaching methods that maximize the outcome of that task is very important to the full accomplishment of the training objectives. This is especially true in the Portuguese Air Force Academy (AFA), where the teaching and training are of the highest standards.

AFA is part of the national system of higher education, and as such is involved in the Bologna process, which is based in the principles of continuous skill development and life long learning. These principles imply a new look at a new kind of student, nowadays more closely related to the information and technological society that we live in, and very suspicious of the traditional education teaching methods which are seemingly boring and inadequate for them.

Also, the teacher must update itself with new tools and teaching methods. Its not just a matter of displaying the same old information with a new look, but rather a whole new way of using that information in such a way as to capture the attention and motivation of those seated in the classroom.

In that context, this work seeks to address the use of novel multimedia methods, namely low cost, commercially available simulation tools to aid in such purpose. The target of this investigation is the cadets of the AFA, namely those involved in flying activities. As is readily perceived, they are already using flight simulators, albeit on their own and mainly for recreation purposes.

To fundamentally justify the use of the mentioned techniques and tools, a journey is made reviewing previous work on cognitive perception processes and multimedia learning theories, which unveil knowledge assimilation and learning processes.

Flight simulation is addressed as a means to accomplish the primary goal of this work. As such, and after a brief historical retrospective, a survey was made of the low cost commercially available flight simulator software, in order to determine a candidate tool. Also, work in progress in the AFA is mentioned as an example of successful implementation.

A point is proven that low cost alternatives in the simulator software domain do not imply low quality.

In the end of this work guidelines are recommended to accomplish the above proposed goal.





### **Palavras – chave**

Simulação de voo em PC, Aprendizagem, Multimédia, Academia da Força Aérea



## Lista de Abreviaturas e Acrónimos

AFA - Academia da Força Aérea

AFB – *Air Force Base*

CEITIS – Centro de Estudos, Investigação, Treino e Instrução Simulada

CBT – *Computer Based Training*

COR - Coronel

DCT – *Dual Coding Theory*

EGPWS – *Enhanced Ground Proximity Warning System*

ENGEL – Engenheiro Electrotécnico (Especialidade)

FAA – *Federal Aviation Administration*

FA – Força Aérea Portuguesa

GNU – *GNU is Not Unix*

GPS – *Global Positioning System*

HSI – *Horizontal Situation Indicator*

IBM – *Industrial Business Machines*

INAC – Instituto Nacional de Aviação Civil

INS – *Inertial Navigation System*

LAN – *Local Area Network*

MGEN – Major General

MSFS – *Microsoft Flight Simulator*

NASA – *National Air and Space Administration*

NAV – Navegador (Especialidade)

NATO – *North Atlantic Treaty Organization*

PC – *Personal Computer*

PILAV – Piloto-Aviador (Especialidade)

RMI – *Radio Magnetic Indicator*

SIGNA – Sistema Integrado de Gestão de Navegação Aérea

SIMAVIO – SIMulador de AVIónicos

SO – Sistema Operativo

TCOR – Tenente-Coronel

TOCART – Técnico de Operações de Circulação Aérea e Radar de Tráfego

TODCI – Técnico de Operações de Detecção e Conduta de Intercepção



## Introdução

A Academia da Força Aérea (AFA) dispõe de infra-estruturas modernas e bem equipadas quer em equipamentos informáticos quer em equipamentos audiovisuais, visando proporcionar as condições adequadas à realização da actividade lectiva.

No entanto, por ter estado colocado nessa Unidade nos últimos cinco anos, o autor pôde aperceber-se de algumas lacunas, nomeadamente no que diz respeito a meios específicos de apoio à componente aeronáutica de instrução de voo.

As transformações decorrentes do processo de implementação da Declaração de Bolonha na AFA indiciam uma margem para melhorias neste campo, sobretudo no que refere à utilização de simuladores de voo.

A simulação do voo, sendo uma tarefa complexa, foi evoluindo na razão directa das possibilidades dos recursos computacionais existentes, e hoje em dia, embora apenas permita uma abordagem relativamente próxima, mas imperfeita, da realidade do voo, contribui de forma decisiva para a redução substancial dos custos de formação.

A evolução permanente do computador, das suas capacidades de cálculo e de representação gráfica, aliada ao decréscimo dos custos devido à vulgarização deste equipamento, torna hoje possível ao cidadão comum ter em sua casa, aquilo que há alguns anos atrás era apenas possível recorrendo a supercomputadores especializados.

O progresso da sociedade, a par com a revolução tecnológica que deu origem à nossa era da informação, criou cidadãos dotados desde muito cedo de elevadas capacidades resultantes da utilização quotidiana de tecnologia, sem que, paralelamente, as instituições de ensino tenham acompanhado atempadamente esta tendência no sentido de adaptar a escola aos novos paradigmas do ensino.

Estes alunos, tecnologicamente motivados, encontram muitas vezes no ensino tradicional um obstáculo à recompensa dessa sua motivação. Não se conformam nem identificam com um ensino tendencialmente expositivo, em que a interacção com o objecto de estudo é virtualmente inexistente.

Da mesma forma, os docentes encontram-se frequentemente limitados por modelos educativos pouco adaptados à realidade da sociedade. Embora motivados para a experimentação de novos métodos de ensino na sala de aula, vêm muitas vezes a sua actividade limitada devido ao custo excessivo de alguns desses meios face ao proveito pretendido.



Por outro lado, a Declaração de Bolonha sugere uma mudança radical no modelo tradicional de aprendizagem ao preconizar que os alunos não se devem limitar a adquirir conhecimentos mas, acima de tudo, aprender a aplicá-los, isto é a promoção da aquisição adicional de competências e não apenas da aquisição pura de conhecimentos.

Neste campo, a simulação ao serviço do ensino e da investigação presta há largos anos importantes contributos no domínio do estudo das ciências, sendo muitas vezes insubstituível no estudo de fenómenos naturais e artificiais.

Neste contexto, este trabalho propõe-se a analisar a possibilidade de utilização de simuladores de voo de baixo custo nas actividades relacionadas com a instrução de voo de pessoal navegante na AFA. Esta análise abordará aspectos relacionados com a natureza e conteúdo das unidades curriculares que admitem a possibilidade de utilização de meios de simulação para demonstração/treino das matérias leccionadas.

Este trabalho realizar-se-á seguindo a metodologia proposta por *Quivy e Campenhoudt* (2008), sendo orientado pela seguinte pergunta de partida:

***“Qual a aplicabilidade da utilização de ambientes de simulação de voo de baixo custo em ambiente académico na Academia da Força Aérea?”***

Desta questão central derivam outras cujo propósito é o de permitir o estabelecimento de uma problemática que enquadre a investigação:

- **“Qual a situação da AFA neste domínio?”**
- **“Quais as unidades curriculares que beneficiariam com a utilização deste recurso e em que medida?”**
- **“Quais as especificidades da formação do pessoal navegante neste contexto?”**
- **“Qual o grau de desenvolvimento actual da simulação de voo de baixo custo?”**
- **“Como se enquadra a utilização deste tipo de recurso no novo paradigma de aprendizagem resultante do processo de Bolonha?”**

Com a colocação em evidência da problemática estabelecida, segue-se a elaboração de um modelo de análise<sup>1</sup>, culminando na formulação das seguintes hipóteses:

---

<sup>1</sup> Vide Anexo A



- **H1:** A AFA necessita de incorporar o elemento multimédia nas unidades curriculares que lecciona, por forma a melhor prosseguir o desígnio de excelência e qualidade de ensino, no âmbito do paradigma de Bolonha.
- **H2 :** A AFA pode facilmente implementar a utilização de simulação de voo de baixo custo como meio de apoio às unidades curriculares que se comprove beneficiarem da utilização deste recurso.

Por forma a avaliar a validade destas hipóteses, recorre-se à leitura de documentação científica e técnica variada, bem como a entrevistas exploratórias a diversas entidades intimamente ligadas ao ensino na AFA e na FA e, em particular, à instrução de voo de pessoal navegante. Após esta etapa efectua-se uma análise crítica aos conteúdos obtidos, por forma a apoiar a validação das hipóteses formuladas.

### **Organização do trabalho**

No primeiro capítulo aborda-se a transformação no ensino motivada pelo processo de Bolonha.

No segundo capítulo aprofunda-se o conhecimento sobre os processos cognitivos envolvidos na aprendizagem, nomeadamente a interpretação da imagem como informação preponderante.

No terceiro capítulo dá-se a conhecer a simulação de voo de baixo custo baseada em computadores pessoais (PC), o seu grau de desenvolvimento e os cenários de aplicação.

No quarto capítulo é analisada a situação actual da simulação na AFA, sendo descritos alguns dos projectos em curso. É também abordada a formação actual de pessoal navegante da especialidade NAV na FA como estudo de caso do emprego da simulação de voo numa tarefa concreta análoga, que não a formação de pessoal navegante da especialidade PILAV, de resto já exaustivamente estudada.

No quinto capítulo efectua-se a análise dos elementos recolhidos sendo então possível providenciar respostas às questões acima colocadas, bem como validar as hipóteses formuladas.

Após esta etapa final há lugar às conclusões e recomendações para encaminhamento posterior dos resultados desta investigação.



## 1. O processo de Bolonha e um novo paradigma de aprendizagem

### a. Bolonha: O projecto educativo

No seguimento da Declaração de Bolonha em Junho de 1999, os Ministros da Educação da União Europeia, reunidos em Praga em Maio de 2001, conscientes da importância de não limitar o Processo de Bolonha a uma reorganização administrativa, incluíram o objectivo da promoção da aprendizagem ao longo da vida como um desígnio da Europa na caminhada em direcção aos objectivos políticos que o Tratado de Lisboa veio a consagrar a partir de 1 de Dezembro de 2009.

Na cimeira de Barcelona em 2002, os Chefes de Estado e de Governo, definiram o ambicioso objectivo de, até 2010, fazer da Europa: *“a economia do conhecimento mais competitiva e mais dinâmica do mundo, capaz de um crescimento económico duradouro acompanhado de uma melhoria quantitativa e qualitativa do emprego e de maior coesão social”*<sup>2</sup>.

Segundo a Direcção Geral do Ensino Superior (DGES), a realização deste objectivo levaria a Europa a afirmar-se competitivamente face a outros parceiros a nível mundial, na área do ensino superior e da ciência. Simultaneamente, a promoção activa da formação e aprendizagem contínua ao longo da vida tornou clara a ruptura com os modelos de ensino tradicionais.

Até aqui, as instituições de ensino estavam orientadas para uma formação típica de uma sociedade pós-Revolução Industrial, não estando preparadas para um tipo de ensino que pressupõe a capacidade de aprendizagem ao longo da vida.

Neste novo modelo, os cidadãos saídos do ensino superior devem estar dotados de competências acrescidas face aos seus predecessores. Consequentemente, o ensino deve dar ênfase, não apenas às capacidades de assimilação, mas também à eficácia de produção de resultados utilizando o conhecimento adquirido.

Aliada à mudança da natureza do ensino, agora mais vocacionado para a melhoria e garantia do desempenho futuro, está a noção de que é necessário transmitir a capacidade de “Aprender a Aprender”, permitindo aos cidadãos uma maior plasticidade na aquisição de novos conhecimentos após a fase académica inicial.

---

<sup>2</sup> Direcção Geral do Ensino Superior (DGES)



## **b. O Aluno**

O típico aluno do ensino superior é hoje em dia fundamentalmente diferente do aluno de há vinte ou trinta anos atrás. Este aluno cresceu com a revolução computacional e multimédia dos anos 90 e, ao chegar à Universidade, é já um consumidor ávido da cultura tecnológica que caracteriza a sociedade actual.

Outra forma de perspectivar este cenário é constatar que esta geração não tem memória do que é “não estar ligado à Internet”, sendo incapaz de pensar numa alternativa ao mundo globalizado da informação em que vivemos (Macedonia, 2001).

Como tal, não será de estranhar a apreensão e até desconfiança com que estes cidadãos encaram as “modernas” salas de aula e as matérias tendencialmente expositivas que se sujeitam a assimilar. Desde tenra idade habituados à tecnologia e por ela motivados, dificilmente não consideram anacrónicos os ambientes de ensino em que se inseridos.

Por outro lado, a utilização de meios multimédia ou ferramentas com que os alunos se identifiquem, origina resultados assinaláveis, provando que a motivação para a aprendizagem existe e pode ser incentivada, sendo apenas uma questão de alterar a percepção dos alunos de uma forma positiva.

## **c. O Professor**

No outro extremo da sala de aula, os docentes desejam aproveitar esta motivação, muitas vezes rara, mas encontram-se frequentemente limitados por modelos educativos desadequados às novas realidades das sociedades contemporâneas.

Desde logo, as ferramentas colocadas à disposição do professor são, por vezes, escassas e desactualizadas. E quando não é esse o caso e são disponibilizados meios modernos de apresentação das matérias, muitas vezes não são acompanhados de programas de formação e metodologias estruturadas de aplicação dessas novas técnicas.

O professor encontra-se encurralado, tendo atrás de si o típico quadro negro a giz e à sua frente uma geração “tecnológica”, que está muitos anos à frente da escola no que à tipologia dos equipamentos diz respeito.

Poderá argumentar-se que o professor é a peça fundamental na transmissão do conhecimento e que o veículo por ele utilizado pouco importa. Mas, sendo a capacidade



motivacional do professor um factor extremamente importante, a actualidade das ferramentas torna essa capacidade potencialmente muito mais eficaz comparando ao período anterior à revolução multimédia.

#### **d. Uma nova relação professor – aluno**

Motivada em parte pela vaga transformadora de Bolonha, mas também pela implantação óbvia e inexorável da tecnologia nas sociedades, e cujo impacto se faz sentir também nas escolas, preconiza-se uma alteração do relacionamento tradicional entre professor e aluno, em todos os níveis de ensino.

A predominância das ferramentas multimédia e a sua natural intervenção na sala de aula como instrumento educativo, apontam para uma redefinição dos papeis. Compete ao professor a integração inteligente destas tecnologias no seio do seu processo educativo. Assim, a cada instante, o professor deverá ter a possibilidade de escolher a ferramenta que se afigura mais adaptada à situação que se lhe depara.

Trabalhos nas áreas das neuro-ciências e da pedagogia cognitiva demonstraram a necessidade de ter em conta a personalidade e desempenho individuais de cada aluno. Neste contexto, a diversidade de instrumentos e a riqueza das suas combinações possibilita um novo tipo de pedagogia por objectivos, modelada ao aluno e caracterizada pela individualização dos percursos da aprendizagem e pela interactividade.

Em todo o caso, o docente continua a ser o pólo essencial do triângulo aluno-professor-tecnologia. Como nos diz André de Peretti<sup>3</sup> *“a tecnologia é apenas um recurso, sendo necessária uma atitude pedagógica, um conjunto de conceitos associados a uma forma de apresentação e a capacidade de os fazer adquirir pelos alunos em contextos de aprendizagem apropriados”* (Peretti, 1990).

A relação docente-discente não é “programável”. Por mais útil que determinado instrumento se afigure no processo educativo, não satisfaz cabalmente todas as necessidades. Assim, graças a novas ferramentas, o professor libertar-se-á do papel de repetidor de conteúdos, mas conservará o papel mais gratificante de guia e criador do conceito pedagógico subjacente às novas técnicas multimédia.

---

<sup>3</sup> André de Peretti, Director honorário do *Institut National de Recherches Pédagogiques* (INRP), França.





Sendo que as novas tecnologias têm potencial para transformar positivamente a forma como as pessoas aprendem ao longo das suas vidas, nem tudo são boas notícias.

Apesar dessa possibilidade de revolução na educação, não é fácil garanti-la de uma forma consequente. Prova disso são certas modalidades de utilização das novas tecnologias, em que o uso destas apenas serve para reforçar “cosmeticamente” as abordagens tradicionais.

Para tirarmos partido das possibilidades oferecidas pelas novas tecnologias no domínio da aprendizagem e da educação, temos que revisitar a forma como encaramos essas tarefas nos dias de hoje e reformulá-las profundamente de acordo com as ferramentas que são postas à nossa disposição (Resnick, 2002).

## 2. O processo de aprendizagem

### a. Codificação Dual: Verbal e Sensorial

A linguagem verbal é empregue pelo Homem desde a pré-história, como meio de comunicação interpessoal e meio ancestral de transmissão de conhecimento entre gerações, sendo, hoje em dia, praticamente impossível perspectivar uma existência sem a presença deste elemento na comunicação.

Por outro lado, o recurso à imagem tem sido reconhecido ao longo dos anos, como um complemento fundamental da componente verbal e escrita na comunicação entre seres humanos, particularmente nas situações em que existe uma componente educativa de transmissão de informação.

Da Teoria da Comunicação, importa relembrar os conceitos de Mensagem, Emissor, Canal de Transmissão e Receptor. Neste modelo simplificado (Figura 1) a Mensagem é a componente mais importante, aquela cuja deficiência ou ausência compromete a comunicação e consequentemente a recepção e correcta interpretação da mesma.

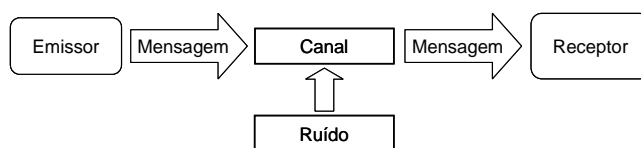


Figura 1 – Modelo da Teoria da Comunicação<sup>4</sup>.

A Mensagem pode incorporar elementos verbais e não-verbais, incluindo-se nestes últimos a linguagem escrita e a imagem, bem como os restantes estímulos sensoriais, que acrescentam significado ao que se pretende transmitir.

No campo da imagem, a conhecida frase “*uma imagem vale mil palavras*” pode aqui ser contextualizada, embora com reservas, uma vez que a comunicação não pode objectivamente excluir quer a componente escrita, quer a componente verbal.

De facto, a capacidade de transmissão de informação de uma imagem transcende frequentemente o que poderia ser dito através de palavras, e a dominância da imagem, estática ou não, em todos os aspectos das sociedades actuais, atesta do sucesso da componente visual da comunicação.

Com o intuito de proporcionar a interacção destes dois tipos de veículo de conhecimento ao longo do tempo, vários elementos tem vindo a ser acrescentados à sala

<sup>4</sup> Fonte: elaborado pelo autor.



de aula, começando pelo quadro de ardósia e pelo seu sucessor, o quadro branco, passando pelos projectores de cinema, transparências e diapositivos que deram lugar ao moderno projector multimédia e, mais recentemente, os quadros interactivos.

Entretanto, pesquisas no domínio das tecnologias multimédia aplicadas ao ensino demonstraram que as matérias e respectivos materiais que recorrem a informação visual e verbal de forma integrada e simultânea, promovem um melhor aproveitamento dos alunos (Butcher & Aleven, 2007).

Estes estudos concluíram que mesmo formas simples de conjugação de informação verbal e visual têm impacto significativo na performance cognitiva dos alunos. Concluiu-se também que a apresentação simultânea e conjugada dos dois tipos de informação conduz a melhores resultados do que o emprego da mesma informação de forma concorrente.

Estes resultados constituem eco de pesquisas anteriores na área da Psicologia da Aprendizagem, das quais se destaca a Teoria da Codificação Dual ou DCT<sup>5</sup>, proposta por Allan Paivio<sup>6</sup> e que atribui igual carga cognitiva e simultaneidade ao processamento da informação verbal e não-verbal.

Apresentada pela primeira vez por Paivio, no seu livro “*Mental Representations: A Dual Coding Approach*”, a DCT proporciona o suporte teórico à utilização da imagem estática ou animada, conjugada com a linguagem verbal, evidenciando o seu impacto na aprendizagem.

Segundo Paivio, a informação é representada e processada através de dois códigos separados: verbais e não-verbais. Estes permitem aos seres humanos perceber o mundo que os rodeia e alimentam esta percepção através da linguagem, de estímulos não-verbais e de eventos ou ocorrências.

A linguagem, como código verbal, caracteriza-se por ser bidireccional, fluindo de e para aquele que a emprega, e tem uma relação simbólica com a linguagem não-verbal que se traduz de formas variadas como comportamentos, sentimentos, eventos e objectos.

Os códigos não-verbais incluem toda a informação processada pelos diversos sentidos, destacando-se aqui a visão e a audição, incluindo neste caso, os sons e ruídos de características não-verbais.

---

<sup>5</sup> Do inglês: DCT – *Dual Coding Theory*.

<sup>6</sup> Professor de Psicologia da *University of Western Ontario*, Canadá, de 1963 a 2005.

Paivio sustenta que à medida que a informação é adquirida, surge no receptor um fluxo de ligações, que estabelecem relações entre a informação verbal e não-verbal recebida, bem como representações internas que se reportam a conhecimento previamente adquirido ou a experiências vividas.

Neste processo, evidencia-se a existência de dois sistemas cognitivos especializados (Figura 2). O sistema dedicado ao processamento e representação da informação não-verbal e o sistema dedicado ao processamento da linguagem. Em ambos surgem representações que agregam fragmentos de informação a partir da ligação respectiva.

No caso do sistema verbal as representações resultam de agregação associativa e hierárquica desses fragmentos. No sistema visual a associação processa-se por relações de agrupamento e exclusão dos fragmentos, em conjuntos e subconjuntos.

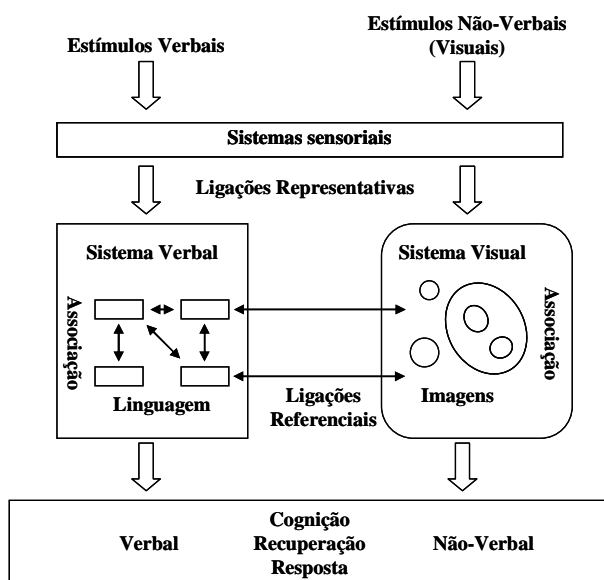


Figura 2 - Modelo de Codificação Dual para o processamento de imagens e texto<sup>7</sup>.

Posto de outra forma, a DCT estabelece que, face a um conjunto de estímulos verbais e não-verbais, são estabelecidas em simultâneo diversas associações em que palavras são relacionadas com outras palavras e imagens são relacionadas com outras imagens ou fragmentos de imagem e em ambos os casos o modo de percepção pode ser verbal ou não-verbal.

Exemplos de relacionamento entre sistemas de percepção diferentes podem ser a utilização do sentido do olfacto ou do paladar, em que um cheiro ou sabor particular

<sup>7</sup> Fonte: adaptado de “*Mental Representations: A Dual-Coding Approach*” (Paivio, 1990).



despoleta memórias visuais ou experiências vividas. O mesmo se passa com imagens de determinados objectos ou ambientes que despoletam no indivíduo recordações de momentos passados (McGregor *et al*, 2004).

A DCT tem sido evidenciada desde os anos 60 em diversas experiências e estudos no domínio da aprendizagem e da cognição. Inicialmente, os estudos investigaram o efeito da inclusão de elementos pictóricos tradicionais, como sejam imagens, desenhos e diagramas, passando pela projecção de filmes ou vídeos no ensino das matérias de diversos cursos. A partir dos anos 90 e acompanhando a generalização do uso do computador nas escolas até aos nossos dias, o elemento multimédia tem sido também abordado em diversos estudos envolvendo a DCT.

De entre os exemplos contemporâneos da aplicação da DCT cita-se o bem sucedido *"On Cloud Nine – Visualizing and Verbalizing for Math"*<sup>8</sup> do *Princeton Speech-Language & Learning Center*, um curso dedicado ao ensino da Matemática no ensino básico.

### **b. A revolução multimédia**

Hoje em dia é genericamente aceite que a utilização de meios multimédia é vantajosa na educação. No entanto, e apesar do desenvolvimento de boas práticas pedagógicas não ser uma novidade, só recentemente a psicologia cognitiva e educacional começou a investigar experimentalmente os mecanismos cognitivos responsáveis pelas vantagens educacionais associadas às novas tecnologias.

Os trabalhos orientados por Richard Mayer<sup>9</sup> deram origem à Teoria Generativa da Aprendizagem Multimédia (Mayer, 1997). Esta teoria congrega a DCT de A. Paivio, a modelação da memória de trabalho (Baddeley, 1992, 2002) e a Teoria Generativa da Aprendizagem (Slamecka e Graf, 1978). Esta última sugere que a selecção e integração activa de informação contida na memória de trabalho leva a associações mais efectivas e a um melhor processamento da informação percebida.

Mayer sustentou que as vantagens educacionais tipicamente associadas ao uso do elemento multimédia, relativamente a formatos simples e mais tradicionais, se

---

<sup>8</sup> *"On Cloud Nine – Visualizing and Verbalizing for Math"*, Kimberly Tuley e Nanci Bell, do *Princeton Speech-Language & Learning Center*.

<sup>9</sup> Professor de Psicologia na *University of California*, Santa Barbara (UCSB).



devem cumulativamente, à estrutura, características de processamento e limitações da memória de trabalho do ser humano.

Fundamentalmente, estas vantagens existem porque o elemento multimédia promove associações fortes entre a informação verbal e não-verbal, e as memórias de trabalho e de longo prazo, para além de equilibrar o processamento, simultâneo e independente, de informação nas memórias de trabalho dedicadas aos vários sistemas (verbal, visual, auditivo e restantes sentidos). Estes factores levam o aluno a processar e integrar activamente a informação percebida de forma distinta, sendo assim evitada a sobrecarga cognitiva.

As vantagens objectivas do elemento multimédia podem ser sumariadas nos seguintes pontos (Brunyé *et al* , 2009):

- Um bom design multimédia adequa-se à estrutura e capacidades da memória de trabalho do ser humano;
- As representações visuais, tais como as imagens e animações, têm a capacidade de veicular conceitos abstractos como sejam o movimento, a passagem do tempo e a relação causa-efeito sem o emprego de um discurso verbal extenso;
- O emprego de imagens com narração associada, ou outras combinações e modalidades de formato e natureza distintos, origina uma redução da carga cognitiva e permite a afectação de recursos à integração de nível mais elevado;
- Este nível de integração superior proporcionado por um bom design multimédia facilita o desenvolvimento do modelo mental, permitindo aos alunos a aplicação flexível de conhecimento recém-adquirido na abordagem e resolução de novos problemas;
- O grau de redundância incluído na generalidade das apresentações multimédia facilita a aprendizagem, especialmente se a redundância for alcançada por modalidades e formatos variados de informação;
- As diferenças e estilos cognitivos individuais são mais facilmente niveladas com o recurso ao elemento multimédia, o que é também facilitado por tecnologias multimédia adaptáveis, que conferem uma vantagem mais estruturada e abordável;
- E, finalmente, o elemento multimédia é mais apelativo para os alunos face aos recursos educativos tradicionais, especialmente quando combinado com a aprendizagem interactiva personalizada.



### c. Uma nova sala de aula

De acordo com o referido nos parágrafos anteriores, chegamos à conclusão que estamos a assistir a uma revolução na sala de aula. Em boa medida isto é verdade. Há casos de estudo que demonstram a utilização eficaz de meios multimédia, com aumentos notórios no desempenho dos alunos. Por sua vez, a utilização do computador pessoal é já uma realidade nas modernas salas de aula.

No que diz respeito ao papel do PC neste contexto, devemos no entanto, acautelar o seu uso exclusivo como simples veículos de informação. Optando por esta modalidade redutora estamos a desperdiçar o potencial das novas tecnologias (Resnick, 2002). A interactividade deve ser fomentada e os recursos multimédia mobilizados para a melhoria do processo de aprendizagem, quer recorrendo à imagem e à animação, quer pelo emprego do vídeo e de simulação.

O custo dos recursos, antes um factor limitativo na utilização destas tecnologias, encontra-se hoje em dia de tal forma comprimido levando a que seja relativamente fácil obter equipamento e *software* para uso na sala de aula.

Conforme já foi referido, os alunos de hoje sentem-se mais atraídos por um ensino que reflita as características das sociedades altamente tecnológicas em que vivemos, do que pelo ensino que insiste em modelos pedagógicos por eles considerados desactualizados.

É neste contexto que o *software* de simulação começa a ganhar espaço no ambiente académico, sendo utilizado por alunos de todas as idades e níveis de ensino, em vários países, nomeadamente nos EUA (Kincaid *et al*, 2002).



### 3. A simulação de voo para PC

#### a. Evolução histórica

Desde os anos 60 que os computadores tem sido utilizados para simular as características de voo de aeronaves mais ou menos complexas, tendo principalmente em vista o treino dos tripulantes.

As capacidades dos primeiros simuladores baseados em computador eram reduzidas, em grande parte devido ao fraco desenvolvimento dos computadores digitais de então. É necessário esperar pelo aparecimento dos primeiros computadores digitais para que estas capacidades se desenvolvam. Assim, no início da década de 70, surge o primeiro microprocessador digital, fabricado pela *Intel* numa pequena pastilha de silício, que devido ao seu baixo custo leva à massificação do mercado do computador pessoal de uso doméstico.

Por isso, não é de estranhar que, em 1975, um jovem universitário de nome Bruce Artwick apresente o seu trabalho de tese em engenharia com o título "*A versatile computer-generated dynamic flight display*". O *software* por si construído e designado por *FS-0*, reproduzia um modelo de voo de uma aeronave, de forma gráfica, recorrendo a um dos primeiros computadores pessoais, o *Apple II*.

Artwick fundaria a sua própria companhia, a *subLogic*, para comercializar o *Flight Simulator* em 1977 para vários modelos de computadores pessoais existentes à época. Em 1982 foi contactado pela *Microsoft*, que pretendia adquirir o *Flight Simulator* para o incluir num pacote de *software* vendido com os primeiros modelos do *IBM PC*. Artwick vendeu o seu programa à *Microsoft*, mantendo-se como programador do daí em diante denominado *Microsoft Flight Simulator* (MSFS).

Apesar de revolucionário à época e do sucesso imediato que suscitou, o *Flight Simulator 1.0* era simplista tendo em conta os padrões actuais (Figura 3), mas acabaria por se tornar o simulador de voo para PC mais bem sucedido de todos os tempos e o *software* de maior longevidade da empresa fundada por Bill Gates.



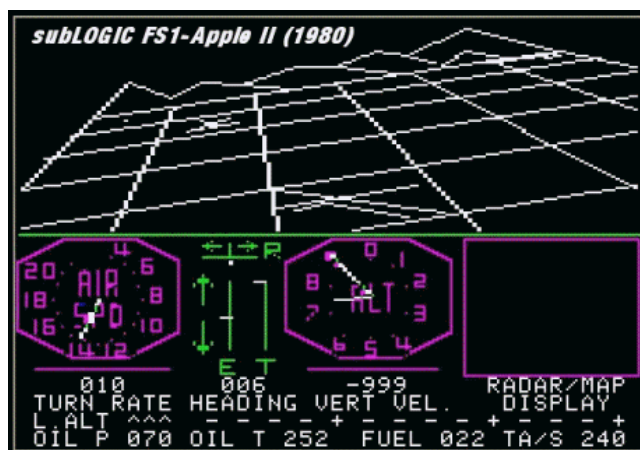


Figura 3: Flight Simulator 1.0

A última versão, o *Microsoft FS-X*, é utilizada por milhões de utilizadores domésticos e não só. Cada vez mais, este tipo de software é também utilizado em ambientes profissionais, no apoio à instrução de voo básico, bem como na prática de procedimentos de voo que, de outro modo implicaria custos elevados de formação.

Entretanto, surgiram ao longo dos anos variados títulos de *software* de simulação de voo, como o *X-Plane* da *Laminar Research* ou o *FlightGear*, ambos com capacidades semelhantes ao MSFS.

### **b. Cenários de aplicação da simulação de voo**

No Capítulo 2 abordou-se o processo de aprendizagem e colocou-se o foco na utilização de tecnologias multimédia em ambiente de sala de aula. Constatou-se então que elementos visuais, entre os quais animações, conseguem veicular conceitos e sensações como o movimento, relação causa-efeito, entre outros.

A simulação, nomeadamente a simulação do voo, constituindo um tipo particular de animação, presta-se à transmissão de conceitos relacionados com uma realidade física, na qual os fenómenos mecânicos e aerodinâmicos, são de difícil explicação por palavras e mesmo por imagens estáticas ou diagramas.

Assim, a simulação de voo pretende reproduzir fielmente o comportamento de uma aeronave, comunicando ao operador sensações tão realistas quanto possível e praticável.

No seu livro “*Microsoft Flight Simulator as a Training Aid*”, Bruce Williams descreve o uso de simuladores como o MSFS como ferramenta de treino interactiva no apoio à formação de pilotos no mundo real.



Williams desmistifica as preocupações com a utilização de simulações baseadas em PC e aborda os principais cuidados a ter na sua utilização, nomeadamente como evitar a denominada “transferência negativa” que se traduz no transporte de maus hábitos adquiridos no simulador para o treino na aeronave real.

A transferência negativa é um dos aspectos mais relevantes a considerar na adopção de simuladores para a instrução de voo de candidatos a pilotos no mundo real (Rantanen, Talleur, 2005).

A este respeito, o MGEN PILAV Carlos Gromicho<sup>10</sup> afirma: *“É preciso criar respeito aos simuladores. Para quem anda nisto dos aviões é um erro muito grande ‘tratar o simulador por TU’ ... tenho de me habituar a respeitar o simulador, a exigir aos alunos que o que façam no avião, que façam no simulador. Se utilizo uma política de ‘relax’ quando vou para o simulador, vou utilizar uma política de ‘relax’ quando for para o avião... E usar uma política de ‘relax’ é meio-caminho andado para me enfiar pelo chão adentro...”*. Ou nas palavras de um outro experiente instrutor de voo: *“The problem isn’t learning the new: it’s forgetting [unlearning] the old.”*

### c. Simulação de voo ‘low-cost’ : O estado da arte

De entre os simuladores de voo para PC existentes, importa destacar apenas os mais populares e cujo grau de fidelidade de reprodução do voo e realismo visual está sobejamente comprovado<sup>11</sup>:

- **Microsoft FS-X** : Comercializado pela *Microsoft* desde há cerca de 30 anos, goza de uma enorme popularidade. As aeronaves simuladas incluem desde planadores aos pesos pesados da aviação como o *Boeing 747*. Beneficia de uma interface amigável ao utilizador, recheada de tutoriais e ajudas em tempo real.

A base de dados de terreno abrange todo o globo terrestre, com algumas partes, como as cidades e aeroportos, a dispor de imagens de alta resolução. As condições meteorológicas são particularmente bem simuladas.

- **Laminar Research X-Plane** : Um simulador rigoroso que simula tudo, desde helicópteros e aviões ligeiros, a caças militares e ao vaivém espacial. Foi

<sup>10</sup> Director da Direcção de Instrução.

<sup>11</sup> As principais características destes três simuladores encontram-se descritas no Anexo C.



originalmente concebido para o mercado dos construtores de aeronaves, que podem testar os seus projectos antes de eles sequer existirem fisicamente.

Outros utilizadores conhecidos são a NASA e o construtor Burt Rutan, responsável pela primeira volta aérea ao mundo sem escalas e pelo primeiro sistema de naves sub-orbitais da *Virgin Galactic* de Sir Richard Branson.

- ***FlightGear*** : Entre os apresentados é o único projecto cujo código-fonte está disponível de forma aberta, permitindo a qualquer pessoa a sua livre modificação.

Por este facto, é bastante utilizado por universidades e outras instituições, quando se pretende uma solução de software adaptável para testar um determinado conceito. Para isso, o software está optimizado para uso em ambientes académicos e de investigação.

Sendo um projecto colaborativo, tem vindo a aperfeiçoar-se ao longo dos anos, devido às inúmeras contribuições de programadores voluntários. No entanto, e também devido a esse facto, não é um projecto tão estável como o MSFS ou o *X-Plane*.

Dos simuladores acima referidos, o *X-Plane* é o mais realista em termos de modelação do voo, utilizando um processo denominado “*blade elements analysis*” o que o torna não apenas um simulador de voo, mas também uma ferramenta de engenharia e um túnel de vento virtual. Também é o mais completo, oferecendo num único pacote não só o simulador, mas também ferramentas para a construção de aeronaves, túnel de vento virtual, geração de terreno e objectos, posto de instrutor e posto de controlador de tráfego.

Uma das características comuns aos três simuladores de voo apresentados é o facto de poderem ser ligados em rede LAN ou pela *Internet*, permitindo assim a vários utilizadores a partilha do mesmo espaço aéreo virtual. Quer o MSFS, quer o *X-Plane* têm a possibilidade adicional de poderem operar em, rede, replicando um ou vários postos de controladores de tráfego aéreo ou postos de instrutores de voo.

Outra característica comum é a presença de mecanismos para calibração dos controlos de voo, modelos atmosféricos parametrizáveis e de opções de projecção visual para que se possa utilizar um projector multimédia e uma tela de grande formato.

De salientar ainda que quer o MSFS, quer o *X-Plane* estão disponíveis em versões com certificação FAA, que podem ser utilizadas em ambientes profissionais.



#### 4. A Academia da Força Aérea

##### a. A situação actual da simulação na AFA

No que diz respeito a equipamentos comerciais dedicados à formação em pilotagem, a Academia da Força Aérea dispõe de um sistema avançado de *Computer-Based Training* (CBT), denominado SIMAVIO, ao qual está associado um simulador de voo, embora, neste caso, o objectivo seja complementar as lições e os tutoriais do CBT no domínio dos instrumentos e aviónicos, não se tratando de um simulador dedicado e independente.

As potenciais aplicações de simuladores de voo de baixo custo ao ensino na AFA não se destinam a preencher o espaço deste CBT, mas sim a complementá-lo, pois os postos existentes deste CBT são em número reduzido, dado o seu custo elevado.

Os simuladores de voo de baixo custo permitem o alargamento da capacidade de simulação a um número maior de alunos, bem como a um maior número de unidades curriculares, dada a sua flexibilidade de emprego. São programas para PC de instalação cómoda, manutenção fácil, cujo domínio da utilização é rapidamente atingido. Tudo isto associado a um custo de aquisição baixo.

A título de exemplo, e recorrendo ao Anexo C, onde se apresentam soluções de simuladores de voo (e acessórios), actualmente disponíveis no mercado português, podemos verificar que um sistema completo<sup>12</sup>, pronto a utilizar, não ultrapassará cerca de 4000 EUR, a preços correntes. Este valor rivaliza com os custos de simuladores básicos comerciais dedicados, da ordem das dezenas ou mesmo centenas de milhares de Euros, podendo alcançar muitos milhões nos sistemas mais avançados.

Estando colocado na AFA, o autor teve conhecimento da existência de alunos que já utilizam simuladores de voo, quer para lazer, quer, eventualmente, para treino (note-se que neste caso o fazem de forma pessoal, sem acompanhamento de um instrutor e sem seguir metodologia curricular ).

Com esse facto em mente, e no âmbito do presente trabalho, quis-se avaliar empiricamente a taxa de utilização e tipologia dos simuladores em uso pelos alunos da AFA em geral. Para tal, no âmbito das suas funções como Comandante de Esquadrilha,

---

<sup>12</sup> Composto por: PC com SO *Windows*, *software X-Plane*, *joystick* / *manche*, pedais e controlo de potência, colunas multimédia e ecrã de alta resolução.



foi efectuado um pedido de informação voluntária aos cadetes, cujo resultado está patente no Anexo I.

Da informação recolhida destaca-se o seguinte:

- 38% dos alunos utiliza *software* de simulação de voo, maioritariamente MSFS, mas também outros simuladores;
- 41% utiliza simuladores de condução, principalmente jogos de corridas de velocidade;
- 34% utiliza outro tipo de *software* de simulação (estratégia, por exemplo)

Constata-se que cerca de 62% dos alunos utiliza simuladores contra 38% que não o fazem. Isto revela uma grande apetência dos alunos por *software* de simulação, não apenas de voo, mas também em áreas de interesse da formação militar como a estratégia.

Outro aspecto relevante é que, apesar de 42% dos alunos afirmarem utilizar os simuladores de voo apenas para lazer, 17% afirmam fazê-lo com o intuito de treinar o voo. Neste último caso os alunos reconhecem que o fazem por sua conta, sem o apoio de um instrutor.

Esclarecem também que o principal aspecto que trabalham é a instrumentação básica de voo (altímetro, velocímetro, variómetro, indicador de rumos, bússola), bem como o reconhecimento visual do aeródromo, através do emprego de imagens do terreno foto-realistas pertencentes à base de dados do simulador.

Também foi referido pelos alunos o recurso à aplicação *Google Earth* (que permite ver a superfície terrestre do País em grande detalhe, a partir de imagens de fotografia aérea de alta resolução), para fazer o reconhecimento da área de voo do aeródromo e zonas destinadas às missões de treino, e para se familiarizarem com os pontos de referência no terreno utilizados durante a instrução de voo.

O que acima se referiu indicia os contornos de uma outra realidade, já abraçada noutros países, nomeadamente nos Estados Unidos da América, onde a instrução e o treino em contexto militar se estão adaptar progressivamente ao uso de simuladores de baixo custo, disponíveis no mercado convencional, bem como a adoptar *software* tão improvável como jogos de combate e estratégia dedicados à simulação de missões militares (Macedonia, 2001).



Outra tarefa realizada pelo autor, no âmbito deste trabalho, foi a identificação das unidades curriculares de ensino que, potencialmente, dadas as características e tipologia de matérias leccionadas, suscitam a possibilidade de utilização de simuladores, de voo ou de outro tipo, visando contribuir simultaneamente para uma melhor compreensão e assimilação por parte dos discentes.

Os resultados aqui apresentados foram obtidos por análise dos planos de curso dos alunos da AFA e seguindo as sugestões dos Chefes dos Departamentos de Ensino Universitário e Politécnico, COR/ENGEL Manuel Cortez e COR/ENGEL Hélio Fernandes, respectivamente. Dada a delimitação objectiva deste trabalho foram apenas analisados os planos de curso PILAV e NAV (Anexos E e G).

De igual modo, apresenta-se na Tabela F-1 do Anexo F, para o curso PILAV, e na Tabela G-1 do Anexo G, para o curso NAV, as unidades curriculares com potencial de aplicação de simulações, sejam elas de voo ou outras. Da análise efectuada, deduz-se que existe um óbvio potencial de utilização da simulação de voo e de instrumentação/aviónicos.

Não deixa de ser interessante notar também a existência de outras unidades curriculares, nomeadamente relacionadas com as ciências-base, com potenciais aplicações de simulação de outra natureza, como sejam a demonstração de mecanismos e conceitos físicos, por exemplo. Além disto, pode notar-se que algumas unidades curriculares exibem necessidades de simulação nas três categorias consideradas pelo autor<sup>13</sup>.

## **b. Projectos de Simulação em curso na Academia da Força Aérea**

A Academia da Força Aérea, apesar das lacunas identificadas pelo autor na componente aeronáutica da instrução de voo e noutras áreas de ensino, no que diz respeito à utilização de meios específicos de apoio como a simulação de voo, tem vindo a implementar algumas soluções preconizadas neste trabalho.

Assim, a AFA dispõe de uma Sala de Simulação que se pretende que, no futuro, seja dedicada à simulação de voo, para apoio ao ensino das unidades curriculares dos cursos de pilotagem aeronáutica (PILAV), navegadores (NAV), controladores de tráfego aéreo (TOCART) e controladores de intercepção (TODCI).

---

<sup>13</sup> Categorias de simulação consideradas: Voo, Instrumentos aviónicos, Outras.



Apesar de se encontrar numa fase embrionária, o provisoriamente denominado CEITIS – Centro de Estudos, Investigação, Treino e Instrução Simulada, tem na Sala de Simulação a sua concretização física, constituindo um recurso valioso para preencher as necessidades de simulação da AFA, actuais e futuras.

Para equipar a sala foi escolhido o *software X-Plane* da *Laminar Research*, já atrás descrito, pelas suas características de fidelidade de simulação e realismo do comportamento das aeronaves, bem como pela qualidade do sistema visual, aliado às múltiplas possibilidades de configuração em rede.

A fidelidade de simulação é especialmente apreciada pelos oficiais instrutores, pois, conforme afirma o Comandante da AFA<sup>14</sup>: “*Quanto maior a fidelidade, melhor a instrução. Um sistema visual, por exemplo, seria óptimo para habituar os alunos ao voo.*”

A configuração actual da sala conta com quatro postos fixos para alunos em instrução (PILAV ou NAV), um posto de pilotagem fixo (Instrutor PILAV ou NAV) e um posto para instrutor de exercício (PILAV ou NAV) / Controlo de Tráfego Aéreo (TOCART) / Controlo de Intercepção (TODCI).

Todos estes postos, ligados por uma rede *Ethernet* local, estão configurados respectivamente como postos de pilotagem (alunos) ou postos de controlo (instrutores), dispondo os postos de pilotagem de *joystick/manche*, pedais e controlo de potência.

Está previsto o aumento da capacidade de simulação com a adição de mais postos fixos de instrução (PILAV, NAV, TOCART e TODCI). As valências de simulação da sala serão, então, as seguintes:

- Simulação de voo com sistema visual alargado;
- Simulação de controlo de tráfego / radar;
- Simulação de torre de controlo (em sala anexa).

Além destas possibilidades é possível a utilização da sala para treino de fraseologia rádio, capacidade aparentemente incorrelacionada, mas que a simulação de voo permite contextualizar e aperfeiçoar, uma vez que se trata de uma dificuldade que os alunos demonstram durante as missões reais.

Isso mesmo foi confirmado pelo Comandante da AFA: “*Na Sala de Simulação os alunos utilizam um sistema simulado de comunicações para falarem entre si como se*

---

<sup>14</sup> MGEN/PILAV Serôdio Fernandes.





*estivessem a fazer os reportes nos rádios com a torre ou o controlo de tráfego aéreo, o que é óptimo, pois é uma das dificuldades que eles têm no voo real.”*

Um dos projectos do CEITIS que, pela sua importância, importa aqui mencionar, é o SIGNA – Sistema Integrado de Gestão de Navegação Aérea, cuja descrição mais pormenorizada é efectuada no Estudo de Caso contido no Anexo J.

Trata-se efectivamente de um simulador aerotransportado cujo objectivo primário é responder às necessidades de formação específica dos alunos da especialidade Navegador, recorrendo para isso a uma plataforma composta por *hardware* e *software* de baixo custo.

Este simulador compõe-se de um módulo aerotransportado<sup>15</sup>, estando prevista a criação de um módulo de *software*, em tudo semelhante ao seu congénere aerotransportado, para ligação directa ao simulador *X-Plane* instalado na Sala de Simulação da AFA, permitindo assim a execução de missões de treino inteiramente simuladas em terra.

O SIGNA foi desenvolvido para dar resposta às limitações impostas aos cursos de formação de Navegadores após o abate ao serviço, em 2005, do avião-escola C-212 Aviocar, no qual era efectuada a formação teórico-prática dos alunos na fase final dos seus cursos.

No que ao uso da simulação diz respeito, o curso de Navegadores foi pioneiro na utilização de software de simulação de voo de baixo custo para apoio à formação. Entre 2002 e 2005, foi adoptado o *Microsoft Flight Simulator 2000*, utilizado na instrução reproduzindo missões reais, como complemento da formação base e das missões voadas.

De acordo com os instrutores da época, entre os quais o actual MAJ NAV Aurélio de Almeida<sup>16</sup>, os bons resultados obtidos até à retirada de serviço do avião-escola demonstraram a utilidade e importância da simulação de voo em apoio à formação de navegadores.

Com o abate ao serviço do avião-escola, a formação de Navegadores foi ministrada entre 2007 e 2008 na Escola de Navegação da *Royal Canadian Air Force* em Winnipeg, no Canadá, que conta também com a incorporação da componente de

<sup>15</sup> Actualmente na aeronave Falcon 50 e num futuro próximo no CASA C-295.

<sup>16</sup> Actualmente docente na AFA e Director de Curso da Licenciatura do curso NAV.





simulação no curso de Navegadores, para além de dispor de um simulador aerotransportado.

Após a frequência deste curso, foi opinião unânime dos oficiais-alunos participantes que a disponibilidade destes recursos de simulação permitiu uma maior compreensão e interiorização das técnicas ministradas durante a formação em navegação.

Entretando, dificuldades financeiras, ditaram o cancelamento dos cursos de Navegador no Canadá, e novamente havia que encontrar uma solução que satisfizesse as necessidades prementes da formação de Navegadores. O SIGNA foi a resposta.



## 5. Análise de conteúdos

A adesão de Portugal ao processo de Bolonha e o consequente alinhamento com os objectivos políticos constantes no Tratado de Lisboa, trouxe às instituições de ensino superior a necessidade de reformarem muitos dos seus processos e metodologias de ensino.

A grande razão para esta mudança prende-se com as mudanças na sociedade em que vivemos, e em que a crescente componente tecnológica exige dos cidadãos uma maior capacidade de adaptação aliada à necessidade de uma formação mais adequada ao tipo de aluno que se senta nos bancos das nossas escolas.

A formação contínua ao longo da vida tem de ser uma prioridade das instituições modernas, o que só se consegue levar a bom porto se os principais interessados, os cidadãos, estiverem capacitados com as competências que lhes conferem a plasticidade necessária de aprendizagem.

Os conteúdos apresentados durante a aprendizagem desempenham um papel fundamental no assimilar da informação por parte do aluno, mas também é importante que professor disponha de melhores ferramentas para sentir o seu esforço recompensado e alcançar uma maior capacidade de transmissão de conhecimentos.

A evolução extraordinária da tecnologia ao alcance do cidadão comum, leva para dentro da sala de aula uma proporcional exigência nos meios de apoio ao ensino que, para ser eficaz, apelativo, credível e motivador, deve incorporar conceitos, meios e ideias partilhadas pelos discentes.

Afinal, conforme mencionado no Capítulo 1, dedicado ao processo de Bolonha, trata-se de “ensinar a aprender”, pois, acima de tudo os alunos devem estar preparados para no futuro poderem continuar a evoluir na escala de conhecimentos. E isto consegue-se cativando o aluno para o ambiente de ensino que o rodeia. Para isso importa perceber o que capta a atenção do aluno e o que promove a assimilação do conhecimentos. No Capítulo 2, foram evidenciados estudos e teorias que o explicam de forma sustentada.

A AFA tem lacunas nas áreas aqui analisadas e por conseguinte, deve, na opinião do autor, envidar esforços no sentido de melhorar estes aspectos. Como o ensino na AFA já é de excelência, trata-se, tão e só, de modernizar o ensino de forma a estar mais condizente com o típico candidato a Oficial da Força Aérea Portuguesa, que se apresenta anualmente para frequentar o 1º ano desta escola. Sendo um ensino



exigente, há que saber manter a motivação ao mesmo tempo que se maximiza o efeito do esforço despendido. A recente adaptação da AFA ao processo de Bolonha só por si pode justificar essa aposta.

No que diz respeito à simulação, mostrou-se no Capítulo 3 a forma pela qual esta pode prestar um serviço valioso no ensino académico, das matérias relacionadas com o domínio aeronáutico do voo. Como se ilustrou, existem lacunas da AFA neste âmbito, pelo que se afigura que o emprego da simulação permite uma resposta eficaz a estes problemas.

Adicionalmente, o facto comprovado de um número significativo de alunos da AFA utilizar simuladores de voo a título pessoal com o objectivo de melhorar a sua compreensão das matérias leccionadas, permite concluir da receptividade da simulação no apoio ao ensino.

Da análise das unidades curriculares abordadas deduz-se que há espaço pedagógico para incorporar esta ferramenta a nível oficial, sendo que estas unidades curriculares constituem as mais óbvias. Outras existirão com diversos graus de aplicabilidade das tecnologias de simulação, que não apenas a de voo.

Tendo em conta tudo isto, considera-se validada a primeira hipótese (H1).

Relativamente às soluções de simulação aqui apresentadas, o seu baixo custo, bem como a facilidade de implementação e manutenção deste tipo de simulador baseado em PC, permitem concluir que o factor custo não constitui obstáculo de grande monta à sua utilização alargada na AFA, no âmbito aqui discutido.

No que diz respeito à capacidade de implementação deste tipo de solução, a AFA dispõe de pessoal qualificado capaz de assegurar não só a execução de um projecto deste tipo, mas também a necessária manutenção posterior, que constitui muitas vezes o ‘Calcanhar de Aquiles’ dos projectos criados dentro da instituição.

Tendo em conta os resultados da pesquisa e tal como confirmado pelo próprio General Comandante da AFA<sup>17</sup>, considera-se que este tipo de simulador “*É uma solução económica que permite montar um simulador com várias valências a um custo bastante reduzido, tendo em conta os objectivos. O custo não é significativo para a AFA nesta implementação.*”

---

<sup>17</sup> MGEN PILAV Serôdio Fernandes



Se exemplo pode existir da capacidade actual da AFA para implementar as soluções aqui preconizadas, de forma mais alargada a outras unidades curriculares, os projectos actuais a decorrer na alçada do CEITIS, respectivamente a Sala de Simulação, com as suas capacidades actuais, bem como o simulador de navegação aerotransportado SIGNA, demonstram claramente que os riscos decorrentes da implementação deste tipo de soluções podem ser reduzidos recorrendo ao *know-how* já adquirido.

Assim, tendo em conta estes factos, está validada a segunda hipótese (H2).

Com a validação das hipóteses colocadas, a questão de partida é respondida de forma positiva, e encerra-se o ciclo desta investigação.



## Conclusões

A actividade de ensino das matérias do domínio aeronáutico, nomeadamente relacionadas com a instrução de voo e navegação, é exigente em recursos humanos e materiais. Torna-se importante, pois, estar atento a soluções pedagógicas que maximizem o impacto do acto educativo, dado que só assim se cumprem os objectivos pré-estabelecidos da formação. Isto é particularmente válido na AFA, instituição de excelência nesta área.

Neste contexto, esta investigação pretendeu apurar a resposta à questão de partido inicialmente formulada:

***“Qual a aplicabilidade da utilização de ambientes de simulação de voo de baixo custo em ambiente académico na Academia da Força Aérea?”***

Desta questão central derivaram outras:

- **“Qual a situação da AFA neste domínio?”**
- **“Quais as unidades curriculares que beneficiariam com a utilização deste recurso e em que medida?”**
- **“Quais as especificidades da formação do pessoal navegante neste contexto?”**
- **“Qual o grau de desenvolvimento actual da simulação de voo de baixo custo?”**
- **“Como se enquadra a utilização deste tipo de recurso no novo paradigma de aprendizagem resultante do processo de Bolonha?”**

Durante a fase exploratória procedeu-se à recolha de elementos bibliográficos e à realização de entrevistas, estas sobretudo dirigidas a entidades com assumida responsabilidade nos processos e métodos de ensino na FA, nomeadamente a DINST e a AFA. Foram também efectuadas sondagens voluntárias, a alunos de várias especialidades da AFA, que visaram a aferição da utilização de *software* de simulação.

No primeiro capítulo foram evidenciados os factores que tornam o processo de Bolonha não apenas uma revisão administrativa do ensino superior a nível europeu, mas sim uma oportunidade de revolucionar o modo como se ensina e prepara os alunos para um futuro cada vez mais exigente em conhecimento e sobretudo em competências.



No segundo capítulo, e no que diz respeito aos processos cognitivos envolvidos na utilização e fruição de meios de apoio multimédia mais consentâneos com o tipo de aluno dos nossos dias, foram estudados dois dos modelos mais reconhecidos, a teoria da Codificação Dual (DCT) e a Teoria Generativa de Aprendizagem Multimédia. Ambas explicam quais os mecanismos e processos cognitivos que, despoletados pela utilização de meios multimédia (nos quais se incluem os simuladores de voo) durante os processos de aprendizagem, contribuem para uma melhor assimilação do conhecimento.

No terceiro capítulo efectuou-se uma retrospectiva sobre a evolução histórica da simulação de voo de baixo custo. Verificou-se que no seu estado de evolução actual, o *software* de simulação de baixo custo constitui uma ferramenta não exclusivamente alternativa aos meios tradicionais, mas sim uma opção económica, eficiente, eficaz e complementar, para a formação aeronáutica não apenas de pilotos, mas também de um conjunto alargado de alunos em áreas e ramos de especialização relacionados com a actividade aérea, particularmente na FA.

No quarto capítulo analisou-se a situação da simulação de voo na AFA. Verificou-se que, apesar de a AFA dispor de uma ferramenta avançada de apoio ao ensino das matérias de enquadramento aeronáutico, nomeadamente o SIMAVIO, que constitui um valioso apoio ao ensino, não existem, na maior parte das unidades curriculares leccionadas, recursos idênticos.

Um levantamento efectuado pelo autor, conseguiu estabelecer em múltiplas unidades curriculares, nomeadamente nos cursos PILAV e NAV, potenciais aplicações para a simulação de voo, demonstrando que estas lacunas poderiam ser colmatadas por recurso a soluções de *software* de baixo custo.

Neste mesmo capítulo, foram também evidenciadas as capacidades actuais e potenciais da AFA no domínio da produção de soluções customizadas de simulação de voo, para fazer face a necessidades evidentes na formação particular do pessoal navegante. Estas capacidades são evidenciadas pela existência do CEITIS e do seu projecto mais proeminente, o SIGNA.

No quinto capítulo efectuou-se a análise dos dados obtidos e procurou-se solucionar a problemática estabelecida, culminando com a validação das hipóteses formuladas:



- **H1: A AFA necessita de incorporar o elemento multimédia nas unidades curriculares que lecciona, por forma a melhor prosseguir o desígnio de excelência e qualidade de ensino, no âmbito do paradigma de Bolonha.**
- **H2 : A AFA pode facilmente implementar a utilização de simulação de voo de baixo custo como meio de apoio às unidades curriculares que se comprove beneficiarem da utilização deste recurso.**

De acordo com as evidências estabelecidas com base na informação recolhida, ambas as hipóteses puderam ser validadas.

Assim, a resposta à questão de partida, surge naturalmente apoiada nos factos destacados. Ou seja, é claramente aplicável, em âmbito académico, a utilização da simulação de voo como ferramenta de apoio ao ensino na AFA.

A natureza das soluções aqui preconizadas permite apoiar, sem constrangimentos, na opinião do autor, a sua disseminação alargada às situações identificadas ao longo deste trabalho. A segurança adicional reside nas capacidades já demonstradas e solidificadas.

A mais valia deste trabalho para a AFA e em última análise para a FA, será ter contribuído modestamente para a prossecução de um ensino mais rico e moderno, que origina recursos humanos motivados e altamente qualificados.

Como dizia o Almirante Gago Coutinho:

*“Não basta saber voar, é preciso que o Mundo conheça que os descendentes dos antigos pioneiros do Atlântico sabem voar como também sabem navegar .”*



## Glossário

Simulação: Representação visual e geralmente dinâmica de um fenómeno físico, com o objectivo de imitar um processo ou comportamento real; no domínio computacional é uma técnica de representação do mundo real através de um programa de computador, que deve reproduzir os processos e não apenas os resultados do objecto da simulação.

Simulação de voo: Ambiente virtual e interactivo que imita de forma fiel e fidedigna, os comportamentos dinâmicos de uma aeronave, os seus controlos de voo, interfaces de comando e sistemas internos, gerando respostas e efeitos a estímulos de um operador.

Multimédia: A utilização de computadores para apresentação de texto, gráficos, vídeo, animações e som de uma forma integrada e interactiva. De uma forma geral pretende-se estimular o utilizador, para tornar por exemplo, mais fácil e rápida a transmissão de informação.

Computer Based Training: Conteúdos multimédia acessíveis num computador, que permitem a um utilizador uma aprendizagem auto-conduzida. Em vez de limitar o utilizador à presença física numa sala de aula, permitem a aquisição de conhecimentos e técnicas através de métodos mais adequados às preferências individuais. Os CBT oferecem benefícios por recurso à aprendizagem visual, com animações ou vídeo, algo que os meios convencionais não disponibilizam. São no entanto complicados de construir e exigem muitos recursos na sua elaboração, por forma a garantir a qualidade dos conteúdos.





## Bibliografia

### Livros

QUIVY, RAYMOND, CAMPENHOULDT, LUCVAN (2008). *Manual de investigação em ciências sociais*. 5ª ed., Lisboa: Gradiva.

WILLIAMS, BRUCE (2007). *Microsoft Flight Simulator as a Training Aid*. Aviation Supplies & Academics, Inc.

PAIVIO, ALLAN (1986). *Mental representations: a dual coding approach*. Oxford University Press US.

BRUNYÉ, DITMAN, AUGUSTYN, MAHONEY(2009). *Spatial and Nonspatial Integration in Learning and Training with Multimedia Systems*. In ROBERT Z. ZHENG (2009). *Cognitive Effects of Multimedia Learning* University of Utah, USA  
Information Science Reference Publishers

### Artigos

MACEDONIA, MICHAEL (2001) *Games, Simulation, and the Military Education Dilemma*.

Forum for the Future of Higher Education(2002).

Disponível em:

<<http://net.educause.edu/ir/library/pdf/ffpiu018.pdf>>

PERETTI, ANDRÉ (1990). Entrevistado por Natalie Faure e Anne Michel. *Des Ingenieurs Pedagogiques in Science Et Vie* N°172, Setembro 1990 - *La vie quotidienne en 2015*.

RESNICK, M. (2002) *Rethinking Learning in the Digital Age*.

Disponível em:

<[http://www.cid.harvard.edu/cr/pdf/gitrr2002\\_ch03.pdf](http://www.cid.harvard.edu/cr/pdf/gitrr2002_ch03.pdf)>

### Publicações Científicas

BADDELEY, A.D. (1992). *Working memory*. Science, N°255, 556-559.

BADDELEY, A. D. (2002). *Is working memory still working?* European Psychologist, N°7, 85-97.



BUTCHER, K. e ALEVEN, V. (2007). *Integrating Visual and Verbal Knowledge During Classroom Learning with Computer Tutors*.

University of Pittsburgh & Carnegie Mellon University. USA.

Disponível em:

<<http://act-r.psy.cmu.edu/papers/757/p137.pdf>>

MAYER, R.E. (1997). *Multimedia learning: Are we asking the right questions?* Educational Psychologist, N°32, 1-19.

MCGREGOR K., GRIFFETH S., WHEAT T., BYRD J. (2004). *Using computer-generated animation as additional visual elaboration in undergraduate courses-student perceptions*.

Tarleton State University. USA.

Disponível em:

<<http://www.tarleton.edu/~mcgregor/research/articles/waerc.04.percep.doc.pdf>>

KINCAID J., HAMILTON R., TARR R., SANGANI H.(2003). *Simulation in education and training*.

Institute for Simulation and Training, University of Central Florida, Orlando, Florida.

*In Applied system simulation: methodologies and applications*.

Kluwer Academic Publishers. USA.

RANTANEN, TALLEUR (2005). *Incremental transfer and cost effectiveness of ground-based flight trainers in university aviation programs*.

*In Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society, 49th Annual meeting*. 764-768.

SLAMECKA, N.J., & GRAF, P. (1978). *The generation effect: Delineation of a phenomenon*.

Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory, N°6, 592-604.

**Internet** (sítios na *web* consultados entre Novembro de 2009 e Abril de 2010)

O Processo de Bolonha. *Website* da Direcção Geral do Ensino Superior (DGES

<<http://www.dges.mctes.pt/DGES/pt/Reconhecimento/Processo+de+Bolonha/>>

Personal Best Academy - *Negative transfer disables conversion training*

<<http://www.changetools.net/flight-training/pilot-training.html>>



## Anexo A – Modelo de Análise

CONCEITOS	DIMENSÕES	INDICADORES
Modelo de ensino actual na AFA	Caracterização sensorial	Número de unidades curriculares com componente sensorial (visual) presente nas matérias leccionadas.
Motivação dos alunos	Predisposição para a simulação	Número de utilizadores de simulação de voo não –oficial.
Situação da simulação na AFA	Áreas com défice de recursos	1. Recursos perdidos. 2. Projectos em curso.

Tabela A-1 – Modelo de análise da investigação efectuada.






**Anexo B – Entrevistas realizadas**

INSTITUIÇÃO	ENTIDADE ENTREVISTADA	FUNÇÃO
AFA	MGEN PILAV Seródio Fernandes	Comandante da AFA
AFA	COR ENGEL Manuel Cortez	Director do Ensino Universitário
AFA	COR ENGEL Hélio Fernandes	Director do Ensino Politécnico
AFA	MAJ NAV Aurélio de Almeida	Director do Curso NAV / Docente
AFA	TCOR PILAV Bispo dos Santos	Director do Curso PILA / Docente / Instrutor de voo
AFA	TCOR PILAV Luís Seródio	Comandante do Grupo de Alunos / Instrutor de voo / Docente
AFA	TEN PILAV Reis	Comandante de Esquadrilha / Instrutor de voo / Docente
AFA	MAJ INF Hélder Guerreiro	Chefe do CI / Docente
DINST	MGEN PILAV Carlos Gromicho	Comandante DINST



### Anexo C – Pesquisa de soluções de simulação de baixo custo

Fabricante Software	Custo aproximado [MAR 2010]	Sítio na Internet
Microsoft Flight SimulatorFS-X 	35 EUR	<a href="http://www.microsoft.com/games/flightsimulatorX/">http://www.microsoft.com/games/flightsimulatorX/</a>
Laminar Research X-Plane 	\$29 USD	<a href="http://www.x-plane.com/">http://www.x-plane.com/</a>
FlightGear 	Grátis (Open Source)	<a href="http://www.flightgear.org/">http://www.flightgear.org/</a>

Fabricante Hardware	Custo aproximado [MAR 2010]	Descrição
CH Products 	525 EUR	Kit Piloto HOTAS (Flight Stick + Pro Pedals + Throttle) USB



## Anexo D – CEITIS: Sala de Simulação da Academia da Força Aérea







## Anexo D (cont.) – CEITIS: SIGNA – Sistema Integrado Gestão de Navegação





Anexo E – Plano de Estudos do curso PILAV da AFA

Academia da Força Aérea  
Mestrado em Ciências Militares Aeronáuticas, Especialidade Piloto Aviador

Unidades Curriculares	Ano	Semestre	Tempo de trabalho Semanal (horas)													Créditos		Observações
			Total	Trabalho Autônomo	Contacto	Contacto										Licenciatura e Mestrado	Adicionais para Classificação de Final de Curso	
						T	TP	PL	TC	S	E	OT	IV	FM	PPM			
Álgebra Linear	1	1	11	6	5	3	2									1	6,0	
Cálculo Diferencial e Integral I	1	1	11	6	5	3	2									2	6,0	
Educação Física	1	1	3	0	3												1,5	
Formação Militar I	1	1	2	0	2									2			1,5	
História Militar e da Aviação Militar	1	1	11	7	4	4											6,0	
Instrução de Voo	1	1	3	0	3												1,5	
Introdução ao Direito Militar	1	1	3	2	1	1											1,5	PMG
Língua Inglesa (STANAG 6001)	1	1	3	0	3		3										1,5	
Psicologia Militar	1	1	5	2	3	3											3,0	
Tecnologias da Informação	1	1	11	7	4	2	2										6,0	
TOTAL			58	26	32										3		30,0	4,5
Aerodinâmica	1	2	11	7	4	3	0,5										6,0	
Cálculo Diferencial e Integral II	1	2	11	5	6	4	2									1	6,0	
Educação Física	1	2	3	0	3										3			1,5
Ética e Deontologia Militar	1	2	5	3	2	2											3,0	
Formação Militar II	1	2	3	0	3													1,5
Instrução de Voo	1	2	3	0	3									2				1,5
Introdução à Gestão	1	2	11	7	4	2	2										6,0	
Língua Inglesa (STANAG 6001, 2-2-2-1)	1	2	3	0	3		3										1,5	
Metodologia da Comunicação	1	2	11	7	4	4											6,0	
Orientação Topográfica e Cartas Militares	1	2	3	2	1	1											1,5	
TOTAL			62	29	33											1	30,0	4,5
Direito Militar	2	1	8	4	4												4,5	
Educação Física	2	1	3	0	3										3			1,5
Formação Militar III	2	1	3	0	3													1,5
Gestão de Recursos Humanos	2	1	11	7	4		4										6,0	
Instrução de Voo	2	1	3	0	3									3				1,5
Introdução ao Direito	2	1	11	7	4	4											6,0	
Língua Inglesa (STANAG 6001)	2	1	3	0	3			3									1,5	
Mecânica e Ordas	2	1	11	6	5	3	1	1								1	6,0	
Métodos e Técnicas de Investigação I	2	1	8	5	3	3											4,5	
Missões e Organização das Forças Armadas	2	1	3	1	2	2											1,5	
TOTAL			62	28	34											1	30,0	4,5
Economia	2	2	11	7	4	2	2										6,0	
Educação Física	2	2	3	0	3										3			1,5
Eletromagnetismo e Óptica	2	2	11	6	5	3	1	1								1	6,0	
Formação Militar IV	2	2	1	0	1									1				1,0
Instrução de Voo	2	2	3	0	3									3				1,5
Língua Inglesa (STANAG 6001, 3-2-2-2)	2	2	3	0	3			3									1,5	
Operações Aéreas	2	2	11	8	3	3											6,0	
Operações Combinadas e Conjuntas	2	2	3	2	1	1											1,5	
Probabilidades e Estatística	2	2	11	6	5	3	2									1	6,0	
Sociologia Militar	2	2	5	3	2	2											3,0	
TOTAL			60	30	30											2	30,0	4,0

Fonte: Academia da Força Aérea





Utilização de ambientes de simulação de voo de baixo custo  
em ambiente académico na Academia da Força Aérea

Anexo E – Plano de Estudos do curso PILAV da AFA (cont.)

Unidades Curriculares	Ano	Semestre	Tempo de trabalho Semanal (horas)													Créditos		Observações		
			Total	Trabalho Autónomo	Contacto	Contacto								Apoio	Licenciatura e Mestrado	Adicionais para Classificação de Final de Curso				
						T	TP	PL	TC	S	E	OT	IV				FM		PFM	
Unidades Curriculares	3	1	11	6	5	3	2										6,0			
	3	1	3	0	3											3		1,5		
	3	1	1	0	1										1			1,0		
	3	1	3	0	3										3			1,5		
	3	1	3	2	1	1											1,5			
	3	1	3	0	3												1,5			
	3	1	3	2	1	1											1,5			
	3	1	8	4	4	3	0,5										4,5			
	3	1	3	1	2	2											1,5			
	3	1	3	1	2	2											1,5			
	3	1	11	6	5	3	2										6,0			
	3	1	11	6	5	3	1								1		6,0			
	TOTAL			60	25	35										1	30,0	4,0		
	Comando e Liderança	3	2	11	7	4	4											6,0		
	Desempenho de Aeronaves	3	2	8	4	4	3	0,5										4,5		
	Educação Física	3	2	3	0	3										3			1,5	
	Estágio na Especialidade	3	2	4	4	1							0,8						2,5	
	Formação Militar VI	3	2	1	0	1									1				1,0	
	Guerra Electrónica	3	2	5	3	2	2											3,0		
	Instrução de Voo	3	2	3	0	3													1,5	
Língua Inglesa (STANAG 6001, 3-2,3-2)	3	2	3	0	3												3,0			
Logística	3	2	5	2	3	2	1										4,5			
Meteorologia	3	2	8	4	4	3	1										6,0			
Navegação I	3	2	11	7	4	3	1											1,5		
Protecção Individual Guerra Nuclear, Química e Biológica	3	2	3	2	1	1														
TOTAL			64	32	33										0		30,0	6,5		
Armamento e Equipamento de Aeronaves	4	1	11	8	3	2	1										6,0			
Comportamento organizacional I	4	1	8	5	3	3											4,5		Opcional escolher 4,5 créditos	
Educação Física	4	1	3	0	3										3			1,5		
Gestão Logística I	4	1	8	5	3	3											4,5		Opcional escolher 4,5 créditos	
Ingles Aeromático (STANAG 6001)	4	1	5	1	4												3,0			
Instrução de Voo	4	1	3	0	3													3,0		
Investigação Operacional	4	1	8	4	4	2	2							1			4,5			
Legislação Aérea	4	1	11	7	4	4											6,0			
Planeamento e Performance	4	1	11	7	4	4											6,0			
Sensores de Observação e Detecção I	4	1	8	5	3	3											4,5		Opcional escolher 4,5 créditos	
Tecnologia Aeromática I	4	1	8	5	3	3											4,5		Opcional escolher 4,5 créditos	
TOTAL			59	31	28										1		30,0	1,5		
Aviônica	4	2	11	7	4	4											6,0			
Comportamento e Limitações Humanas	4	2	5	1	4	3	1										3,0			
Comportamento organizacional II	4	2	11	8	3	3											6,0		Opcional escolher 6 créditos	
Educação Física	4	2	3	0	3										3			1,5		
Estabilidade e Controlo de Aeronaves	4	2	11	7	4	3	1										6,0		Opcional escolher 6 créditos	
Gestão Logística II	4	2	11	8	3	3											6,0			
Ingles Aeromático (STANAG 6001, 3-3,3-3)	4	2	5	1	4												3,0			
Instrução de Voo	4	2	3	0	3													3,0		
Navegação II	4	2	11	7	4	3	1										6,0		Opcional escolher 6 créditos	
Sensores de Observação e Detecção II	4	2	11	8	3	3											6,0		Opcional escolher 6 créditos	
Tecnologia Aeromática II	4	2	11	8	3	3											6,0		Opcional escolher 6 créditos	
TOTAL			59	30	29										0		30,0	4,5		

Fonte: Academia da Força Aérea



Anexo E – Plano de Estudos do curso PILAV da AFA (cont.)

Unidades Curriculares	Ano	Semestre	Tempo de trabalho Semanal (horas)													Créditos		Observações
			Total	Trabalho Autónomo	Contacto	Contacto								Apoyo	Licenciatura e Mestrado	Adicionais para Classificação de Final de Curso		
						T	TP	PL	TC	S	E	OT	IV				FM	
Estágio Profissional: Fase Elementar e Básica	5	1	44	26	18	9							9		30,0			
Treino Físico	5	1	3	0	3									3			1,5	
TOTAL			47	26	21									0	30,0		1,5	
Estágio Profissional: Fase Complementar	5	2	44	26	18	9							9		30,0			
Treino Físico	5	2	3	0	3									3			1,5	
TOTAL			47	26	21									0	30,0		1,5	
Dissertação de Mestrado ou Trabalho de Projecto	6	1	53	51	2								2		30,0			
TOTAL			53	51	2									0	30,0		0,0	

Legenda:

T

TP

PL

TC

S

E

OT

IV

FM

PFM

Ensino Teórico

Ensino Teórico-Prático

Ensino Prático e laboratorial

Trabalho de Campo

Seminário

Estágio

Orientação Tutorial

Instrução de Voo

Formação Militar

Preparação Física e Militar

Standardization NATO Agreement

Language Proficiency Levels

STANAG 6001

Legenda:

- T Ensino Teórico
- TP Ensino Teórico-Prático
- PL Ensino Prático e laboratorial
- TC Trabalho de Campo
- S Seminário
- E Estágio
- OT Orientação Tutorial
- IV Instrução de Voo
- FM Formação Militar
- PFM Preparação Física e Militar
- STANAG 6001 Standardization NATO Agreement Language Proficiency Levels

Fonte: Academia da Força Aérea



## Anexo F – Aplicação potencial da simulação no curso PILAV da AFA

### NECESSIDADES DE SIMULAÇÃO NAS U.C. MINISTRADAS AO CURSO PILAV

Unidade Curricular	Ano	Semestre	Tempo de trabalho Semanal (horas)							Tipo de Simulação		
			Total	Trabalho Autonomo	Contacto	Contacto				Voo	Instrumentos Aviónicos	Outra
						T	TP	PL	IV			
Instrução de voo	1	1	3		3				3	X	X	
Aerodinâmica	1	2	11	7	4	3	0,5	0,5		X		X
Instrução de voo	1	2	3		3				3	X	X	
Instrução de voo	2	1	3		3				3	X	X	
Mecânica e Ondas	2	1	11	6	5	3	1	1				X
Electromagnetismo e Óptica	2	2	11	6	5	3	1	1				X
Instrução de voo	2	2	3		3				3	X	X	
Instrução de voo	3	1	3		3				3	X	X	
Propulsão	3	1	8	4	4	3	0,5	0,5				X
Telecomunicações	3	1	11	6	5	3	2				X	X
Termodinâmica I	3	1	11	6	5	3	1	1				X
Desempenho de Aeronaves	3	2	8	4	4	3	0,5	0,5		X		X
Guerra Electrónica	3	2	5	3	2	2					X	X
Instrução de voo	3	2	3		3				3	X	X	
Navegação I	3	2	11	7	4	3	1			X	X	X
Instrução de voo	4	1	3		3				3	X	X	
Aviônica	4	2	11	7	4	4				X	X	X
Estabilidade e Controlo de aeronaves	4	2	11	7	4	3		1		X		X
Instrução de voo	4	2	3		3				3	X	X	
Navegação II	4	2	11	7	4	3	1			X	X	X
Estágio Profissional: Fase elementar e Básica	5	1	44	26	18	9			9	X	X	
Estágio Profissional: Fase elementar e Básica	5	2	44	26	18	9			9	X	X	

Legenda:

T	Ensino Teórico
TP	Ensino Teórico-Prático
PL	Prática Laboratorial
OT	Orientação Tutorial
IV	Instrução de Voo

Tabela F-1 – Possíveis aplicações da simulação de voo em Unidades Curriculares afins, no curso PILAV da AFA.



## Anexo G – Plano de Estudos do curso NAV da AFA

### Licenciatura em Tecnologias Militares Aeronáuticas, na especialidade de Navegador 1º Ano, 1º Semestre

Unidades Curriculares	Área Científica	Tipo	Tempo de Trabalho (horas)								Créditos		Observações
			Total	Contato						Obrigatórios	Opcionais		
				T	TP	PL	TC	S	E			OT	
História Militar e da Aviação Militar	CMIL	Semestral	168	64	0	0	0	0	0	0	6		
Psicologia Militar	COMLID	Semestral	84	48	0	0	0	0	0	0	3		
Legislação Militar	CMIL	Semestral	42	16	0	0	0	0	0	0	1,5		
Língua Inglesa I (STANAG 6001)	LIG	Semestral	48	0	0	48	0	0	0	0	1,5		
Cálculo Diferencial e Integral I	MAT	Semestral	134	32	32	0	10	0	0	20	5		
Álgebra Linear e Geometria Analítica	MAT	Semestral	124	32	32	0	0	0	0	20	4,5		
Introdução à Programação	INF	Semestral	129	32	32	0	0	0	0	25	4,5		
Mecânica	FISQUI	Semestral	109	32	32	0	10	0	0	10	4		

### 1º Ano, 2º Semestre

Unidades Curriculares	Área Científica	Tipo	Tempo de Trabalho (horas)										Créditos		Observações
			Total	Contacto						Obrigatórios	Opcionais				
				T	TP	PL	TC	S	E			OT			
Metodologia da Comunicação	COMLID	Semestral	168	64	0	0	0	0	0	0	0	6			
Ética e Deontologia Militar	COMLID	Semestral	84	32	0	0	0	0	0	0	0	3			
Orientação Topografia e Cartas Militares	CMIL	Semestral	42	16	0	0	0	0	0	0	0	1,5			
Língua Inglesa II (STANAG 6001, 2-2-2-1)	LIG	Semestral	48	0	0	48	0	0	0	0	0	1,5			
Cálculo Diferencial e Integral II	MAT	Semestral	135	40	40	0	0	0	0	0	15	5			
Matemática Computacional	MAT	Semestral	130	32	32	0	10	0	25	10	4,5				
Geografia Física	METGEO	Semestral	60	30	18	0	0	0	0	0	0	2			
Circuitos Eléctricos e Electrónicos	SIEEL	Semestral	78	20	15	13	0	0	0	0	10	3			
Sistemas Digitais	SIEEL	Semestral	104	32	32	0	10	0	0	0	10	3,5			

Fonte: Academia da Força Aérea



Anexo G – Plano de Estudos do curso NAV da AFA (cont.)

2º Ano, 1º Semestre													
Unidades Curriculares	Área Científica	Tipo	Tempo de Trabalho (horas)							Créditos		Observações	
			Total	Contacto						Obrigatórios	Opcionais		
				T	TP	PL	TC	S	E				OT
Direito Militar	CMIL	Semestral	128	64	0	0	0	0	0	0	4,5		
Organização das Forças Armadas	CMIL	Semestral	42	32	0	0	0	0	0	0	1,5		
Língua Inglesa III (STANAG 6001)	LIG	Semestral	48	0	0	48	0	0	0	0	1,5		
Probabilidades e Estatística	MAT	Semestral	119	32	32	0	10	0	0	0	4		
Electromagnetismo	FISQUI	Semestral	140	30	20	14	0	0	0	0	5		
Meteorologia Física	METGEO	Semestral	104	32	32	0	10	0	0	0	3,5		
Electrónica	SIEEL	Semestral	108	23	15	10	10	0	0	0	4		
Telecomunicações	SIEEL	Semestral	175	48	32	0	15	0	0	0	6		

2º Ano, 2º Semestre													
Unidades Curriculares	Área Científica	Tipo	Tempo de Trabalho (horas)						Créditos			Observações	
			Total	Contato					Obrigatórios	Opcionais			
				T	TP	PL	TC	S			E		OT
Operações Aéreas	CMIL	Semestral	168	48	0	0	0	0	0	0	6		
Operações Conjuntas e Combinadas	CMIL	Semestral	42	16	0	0	0	0	0	0	1,5		
Sociologia Militar	COMLID	Semestral	84	32	0	0	0	0	0	0	3		
Língua Inglesa IV (STANAG 6001, 3-2-2-2)	LIG	Semestral	48	0	0	48	0	0	0	0	1,5		
Legislação Aeronáutica I	COPAER	Semestral	109	0	64	0	15	0	0	10	4		
Navegação Aérea I	NAVAER	Semestral	88	0	48	0	10	0	0	10	3		
Sistemas de Informação Geográfica	NAVAER	Semestral	104	0	64	0	5	0	0	10	3,5		
Aerodinâmica	SIMEC	Semestral	126	48	8	8	0	0	0	0	4,5		
Administração de Recursos Humanos, Materiais e Financeiros	ECOGEST	Semestral	83	48	0	0	10	0	0	10	3		

Fonte: Academia da Força Aérea



Anexo G – Plano de Estudos do curso NAV da AFA (cont.)

3º Ano, 1º Semestre													
Unidades Curriculares	Área Científica	Tipo	Tempo de Trabalho (horas)							Créditos			
			Total	Contacto						Obrigatórios	Opcionais	Observações	
				T	TP	PL	TC	S	E	OT			
Introdução às Relações Internacionais	CMIL	Semestral	42	16	0	0	0	0	0	0	1,5		
Segurança e Prevenção de Acidentes	CMIL	Semestral	42	32	0	0	0	0	0	0	1,5		
Língua Inglesa V (STANAG 6001)	LIG	Semestral	48	0	0	48	0	0	0	0	1,5		
Aeródromos	COPAER	Semestral	67	26	6	0	10	0	0	10	2,5		
Defesa Aérea	COPAER	Semestral	124	32	32	0	15	0	0	20	4,5		
Legislação Aeronáutica II	COPAER	Semestral	168	64	0	0	0	0	0	0	6		
Meteorologia Aeronáutica	METGEO	Semestral	126	48	16	0	0	0	0	0	4,5		
Sistemas Radar e Ajudas Rádio	SIEEL	Semestral	126	32	32	0	10	0	0	15	4,5		
Investigação Operacional	ECOGEST	Semestral	99	40	24	0	0	0	0	10	3,5		

3º Ano, 2º Semestre													
Unidades Curriculares	Área Científica	Tipo	Total	Tempo de Trabalho (horas)						Créditos			
				T	TP	PL	TC	S	E	OT	Obrigatórios	Opcionais	Observações
Comando e Liderança	COMLID	Semestral	168	64	0	0	0	0	0	0	6		
Logística Militar	CMIL	Semestral	80	32	16	0	0	0	0	0	3		
Defesa Nuclear, Radiológica, Biológica e Química	CMIL	Semestral	42	16	0	0	0	0	0	0	1,5		
Língua Inglesa VI (STANAG 6001, 3-2,3-2)	LIG	Semestral	48	0	0	48	0	0	0	0	1,5		
Navegação Aérea II	NAVAER	Semestral	168	48	16	0	0	0	0	0	6		
Aviônica	SIEEL	Semestral	168	60	12	0	0	0	0	10	6		
Guerra Electrónica	SIEEL	Semestral	168	60	12	0	0	0	0	10	6		

7º Semestre													
Unidades Curriculares	Área Científica	Tipo	Total	Tempo de Trabalho (horas)						Créditos			
				T	TP	PL	TC	S	E	OT	Obrigatórios	Opcionais	Observações
Tirocínio para Oficial Navegador	NAVAER	Semestral	840								30		

Fonte: Academia da Força Aérea





## Anexo G – Aplicação potencial da simulação no curso NAV da AFA

### NECESSIDADES DE SIMULAÇÃO NAS U.C. MINISTRADAS AO CURSO NAV

Unidade Curricular	Ano	Semestre	Tempo de trabalho Semanal (horas)							Tipo de Simulação		
						Contacto				Voo	Instrumentos Aviônicos	Outra
			Total	Trabalho Autónomo	Contacto	T	TP	PL	IV			
Mecânica	1	1	109	25	64	32	32					X
Circuitos Eléctricos e Electrónicos	1	2	78	20	58	20	15	13				X
Sistemas Digitais	1	2	104	20	64	32	32					X
Electromagnetismo	2	1	104	66	64	30	20	14				X
Electrónica	2	1	108	40	48	23	15	10				X
Telecomunicações	2	1	175	60	80	48	32				X	X
Navegação Aérea I	2	2	88	20	58		48	10		X	X	X
Aerodinâmica	2	2	126	62	64	48	8	8		X		X
Sistemas Radar e Ajudas Rádio	3	1	126	52	74	32	32	10		X	X	X
Navegação Aérea II	3	2	168	104	64	48	16			X	X	X
Aviônica	3	2	168	96	72	60	12			X	X	X
Guerra Electrónica	3	2	168	96	72	60	12				X	X
Tirocinio para Oficial Navegador	4	1	840		840		*1		*2	X	X	

Legenda:

T Ensino Teórico

TP Ensino Teórico-Prático

PL Prática Laboratorial

OT Orientação Tutorial

IV Instrução de Voo

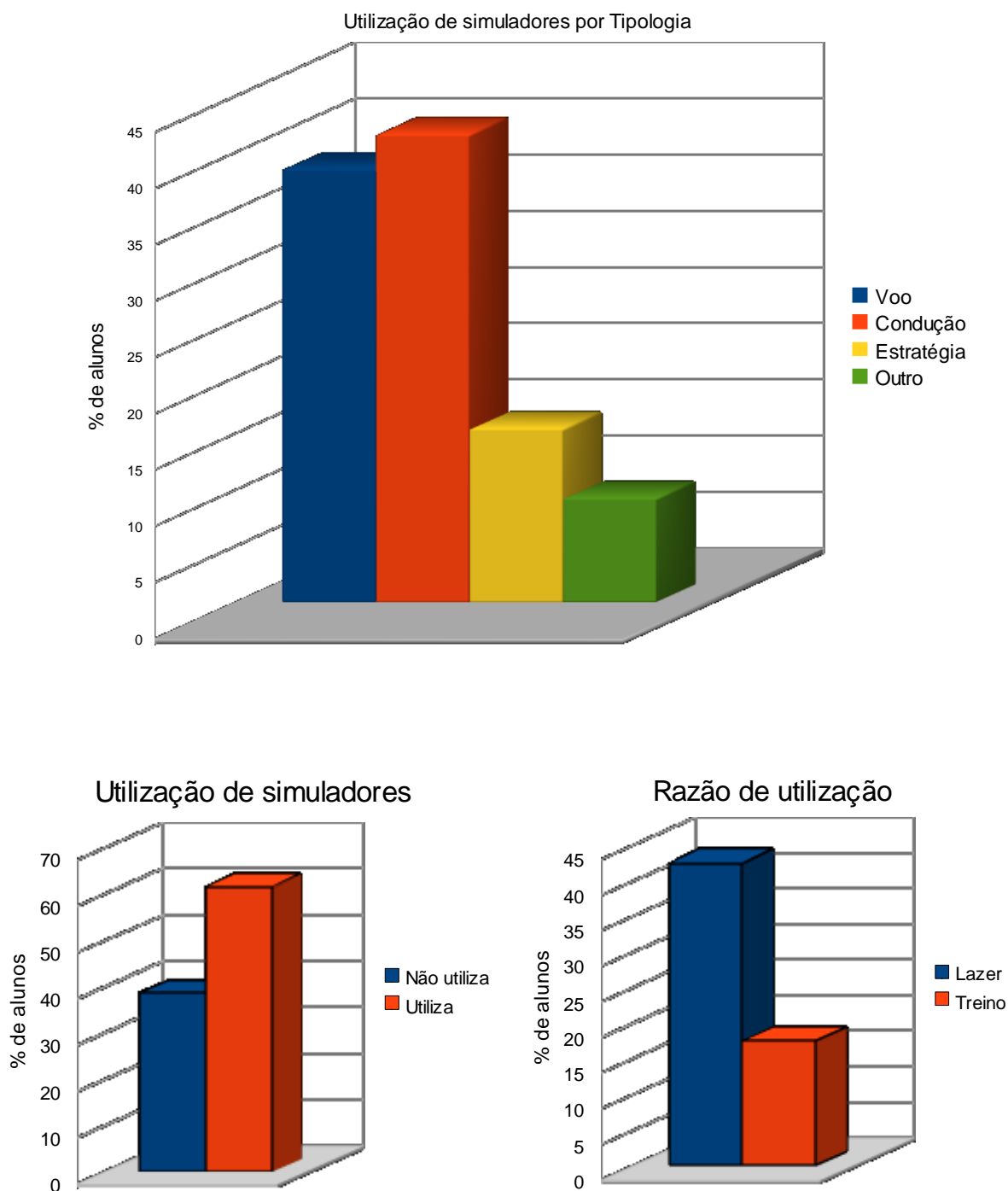
\*1 Variável

\*2 Variável. Mínimo 120H com apoio de simulação

Tabela G-1 – Possíveis aplicações da simulação de voo em Unidades Curriculares afins, no curso NAV da AFA.



## Anexo I – Utilização de simuladores pelos alunos da AFA







## Anexo J – Um Estudo de Caso: A formação de Navegadores

### 1. Antecedentes

A formação de Oficiais da especialidade Navegador (NAV) na FAP data originalmente da década de 50, pouco depois da constituição da Força Aérea Portuguesa como ramo independente das Forças Armadas, em 1 de Julho de 1952.

A formação dos primeiros grupos de oficiais foi ministrada na Escola de Navegação da *Royal Canadian Air Force* que, após a 2ª Guerra Mundial, em virtude da Guerra da Coreia e devido aos compromissos do Canadá para com a NATO, tinha sido criada em Winnipeg, em 1951.

Nos anos 50, o curso básico de navegação durava vinte e duas semanas, e incluía 781 horas de instrução teórica e 150 horas de instrução prática.

O programa permaneceu igual ao usado durante a Segunda Guerra Mundial, de modo a treinar os navegadores de forma fiável e segura, baseando-se essencialmente em Traçado-Ar combinado com Navegação Astronómica.

Entre 1956 e 1977, a formação de navegadores é efectuada nos Centros de Formação de Navegadores da BA1 (Sintra), BA4 (Lajes) e Centro de Formação de Luta Antisubmarina na BA6 (Montijo).

Em 1978 é adquirido o avião-escola CASA C-212 Aviocar (NC 16503) e a formação inicial passa a decorrer na BA1, havendo lugar a uma fase complementar ministrada na Esquadra 501, na aeronave C-130 Hércules.

Entre 1978 e 1982 a formação avançada de navegadores, já brevetados em Portugal, contemplou os cursos “NAVIGATOR TRAINING” E “ADVANCED NAVIGATION TRAINING”, ministrados nos EUA, na base aérea de Mather, em aeronaves T-37 e Boeing 737.

No ano de 2001 procedeu-se a uma reformulação do curso de Navegadores tal como era ministrado desde 1982. O papel assumido pelo Navegador ao longo dos anos havia-se modificado devido, em grande parte, à aparição a bordo das aeronaves, de equipamentos aviónicos de navegação automáticos, bem como à integração das funções de navegação e gestão do voo em sistemas como o FMS – *Flight Management System*.

Apesar disto, contrariando a ideia de um cockpit sem a presença do Navegador, e sendo verdade que a tarefa de navegação se havia simplificado extraordinariamente,



por via da automatização dos cálculos de navegação e de desempenho em voo, o mesmo não se podia dizer das aplicações tácticas das plataformas aéreas.

Assim, as missões que envolviam no passado diversos tipos de aeronaves, cada um com a sua missão específica, começaram a ser executadas por aeronaves *multi-role* dedicadas. Acrescentando a este facto um grau de incerteza mais elevado relativamente às áreas de operações, a para da complexidade crescente dos teatros de operações, tornou-se evidente que era necessário ter a bordo oficiais não-pilotos, para gerir a informação de cariz táctico, bem como recolher informação que possa ser útil para a tomada de decisão do escalão superior.

Contudo, apesar de os factos apontarem para a necessidade de manutenção da capacidade de formação de Navegadores, o abate ao serviço do avião -escola C-212, verificado em 2005, trouxe consigo um vazio na formação que se tornava imperioso colmatar.

## **2. Utilização de simuladores de voo na formação de navegadores**

Com o abate ao serviço do avião-escola, a formação de Navegadores na FAP foi interrompida por um hiato de cerca de 2 anos, no final dos quais se tomou a decisão de enviar, em 2007, novamente para Winnipeg, no Canadá, um grupo de Oficiais para aí completarem a sua formação de Navegadores.

É durante a frequência deste curso que tomam contacto com novos meios de formação de navegação, nomeadamente simuladores de navegação em terra e uma novidade, o simulador de navegação aerotransportado, a bordo de uma aeronave de transporte De Havilland Canada CT-142 Dash-8.

Não foi este, porém, o primeiro contacto dos candidatos a Navegador com simuladores na Força Aérea. Já em 2002, com a reformulação do curso de Navegador, se tinha introduzido a simulação de voo para reproduzir missões reais, em complemento das missões voadas como forma de acelerar a obtenção da proficiência necessária à passagem à aeronave-escola. O software de simulação então utilizado era constituído pelos programas *FLITEPRO* da *JEPPESEN* e pelo *Flight Simulator 2000* da *Microsoft* (Figura J-1).



Figura J-1 – Painel adaptado do Microsoft Flight Simulator 2000

De acordo com os instrutores da época, entre os quais o actual MAJ NAV Aurélio de Almeida<sup>18</sup>, os bons resultados obtidos até à retirada de serviço do avião-escola demonstram a utilidade e importância da simulação de voo em apoio à formação de navegadores.

Conforme viria a ser também confirmado pelos oficiais participantes no curso em Winnipeg, em 2007, a incorporação da componente de simulação no curso de Navegadores e o facto de disporem também de um simulador aerotransportado, permitiram segundo eles, uma maior apreensão e interiorização das técnicas ministradas durante a formação em navegação.

Além disso, o contacto com aviônicos avançados, simulados como parte integrante do simulador, acrescentava a tão necessária formação neste tipo de equipamentos, omnipresentes nas aeronaves modernas, e na qual a FAP não podia deixar de investir.

No entanto, dificuldades financeiras viriam a determinar o fim da frequência de cursos de Navegador no Canadá, e novamente havia que encontrar uma solução que satisfizesse as necessidades prementes da formação de Navegadores.

<sup>18</sup> Actualmente docente na AFA e Director de Curso da Licenciatura do curso NAV.



### 3. O projecto SIGNA – Simulador aerotransportado para formação de navegadores

Como já foi contextualizado, o fim da frequência dos cursos de navegador no Canadá levantou novamente o espectro da inexistência da capacidade de formação de Navegadores na Força Aérea Portuguesa.

Uma vez que a formação de Navegadores havia transitado para a AFA, dando lugar a um curso de licenciatura de acesso aos quadros permanentes da FAP, à semelhança das restantes especialidades técnicas, e tendo em conta a experiência recente obtida na Escola de Navegação da *Royal Canadian Air Force*, associada a algumas valências internas da AFA, surgiu a ideia de fomentar um projecto de produção interna de um simulador de navegação.

Com a constituição do CEITIS e da respectiva Sala de Simulação, previa-se a criação de um módulo de software que, ligado em rede ao simulador *X-Plane* já disponibilizado, permitisse recriar a funcionalidade da bancada de navegador utilizada no avião-escola, entretanto abatido ao serviço. Além disto, previa-se a adição das capacidades de formação em ambiente radar *Doppler*, e a utilização de INS e GPS, até então espalhadas por diversas aeronaves, nomeadamente o P3-P e o C-130H.

Nesta fase do projecto de simulação de navegação, decidiu-se avaliar a possibilidade de produção de um simulador de navegação aerotransportado, em tudo idêntico ao utilizado Escola de Navegação da *Royal Canadian Air Force*, a bordo do De Havilland Canada CT-142 Dash-8. Na circunstância a aeronave utilizada seria o Falcon 50, dada a disponibilidade da mesma.

Com a colaboração entretanto iniciada com a Esquadra 504 – Linces, no âmbito da qual os alunos NAV efectuem missões de instrução de navegação na aeronave Falcon 50, e nomeadamente com a colaboração activa do TCOR PILAV Bispo dos Santos<sup>19</sup>, piloto adido daquela esquadra, estavam reunidas as condições para a continuidade do projecto.

É com esta iniciativa que surge o SIGNA – Sistema Integrado de Gestão de Navegação Aérea. Trata-se de um simulador de navegação aerotransportado e é constituído por uma bancada de instrução amovível, que pode ser montada na cabine de passageiros da aeronave FALCON 50.

---

<sup>19</sup> Actualmente colocado na AFA como Director de Curso do Mestrado do curso PILAV.



A bancada suporta um PC com tecnologia de écran táctil e tem instalada o *software* SIGNA (Aluno), desenvolvido na AFA pelo autor e colaboradores. Este software é multi-posto e comunica via rede *Ethernet* com a aplicação SIGNA (Instrutor), que, na prática, é uma réplica da aplicação do aluno, com a diferença de possuir opções de controlo do exercício para o instrutor.

A aplicação SIGNA (Instrutor) está ligada via porta série ao sistema EGPWS da aeronave, por forma a obter dados de posição, velocidade, altitude, temperatura exterior e rumo voador.

Uma das características mais interessantes do SIGNA, e que lhe confere a classificação de simulador aerotransportado, é o facto de as radio-ajudas serem simuladas, i.e. não existem antenas nem equipamentos receptores de radio-ajudas associados ao SIGNA.

Toda a informação dos instrumentos virtuais RMI e HSI é obtida por cálculo numérico a partir das coordenadas posicionais da aeronave face a um conjunto de radio-ajudas virtuais, posicionadas elas próprias num espaço virtual. Isto simplifica enormemente a concepção e complexidade do sistema e permite uma maior flexibilidade de operação.

Validado o conceito através do protótipo SIGNA está-se em condições de dar o passo seguinte e fazer migrar o sistema para uma aeronave com maior capacidade de transporte, por forma a permitir a formação simultânea de um maior número de alunos e a realização de missões em condições de espaço mais favoráveis e confortáveis.

Nesse sentido e à altura da elaboração deste trabalho decorre o projecto de adaptação do SIGNA à aeronave C-295, cujo porão de carga permite efectuar melhorias significativas no design de base do SIGNA.

Embora ainda não seja possível concretizar a configuração final, as opções em estudo prevêem a montagem de bancadas para alunos e instrutores numa palete adaptada ao compartimento de carga da aeronave, permitindo assim evitar uma instalação fixa que condicionaria a operação da aeronave, cuja missão primária é o transporte táctico. Assim a palete suportando as bancadas, fora das missões destinadas à instrução de navegação é simplesmente desmontada através da rampa traseira e armazenada.



Do projecto SIGNA original, falta neste momento concretizar a ligação do módulo de treino na AFA ao simulador *X-Plane* instalado na Sala de Simulação do CEITIS, permitindo assim a formação e treino de navegação no solo.

Com o projecto SIGNA, não se pretende apenas a recuperação da capacidade de instrução de navegadores na FAP. Para além de garantir a auto-suficiência da FAP no âmbito deste tipo de formação, permite um conjunto mais vasto de capacidades, cuja concretização só depende dos recursos humanos atribuídos, uma vez que, sendo o produto de uma vontade interna, depende necessariamente da existência desses recursos.

Mas de facto, a maior valia do SIGNA é projectar a formação de navegadores para um novo patamar de exigência e qualidade de formação. As capacidades do SIGNA não garantem isto por si só, afinal trata-se apenas de uma ferramenta, e por isso os instrutores de navegação altamente qualificados e profissionais continuam a ser o elemento diferenciador da formação que com o SIGNA está mais adaptada ao perfil do candidato a Navegador do séc. XXI.